

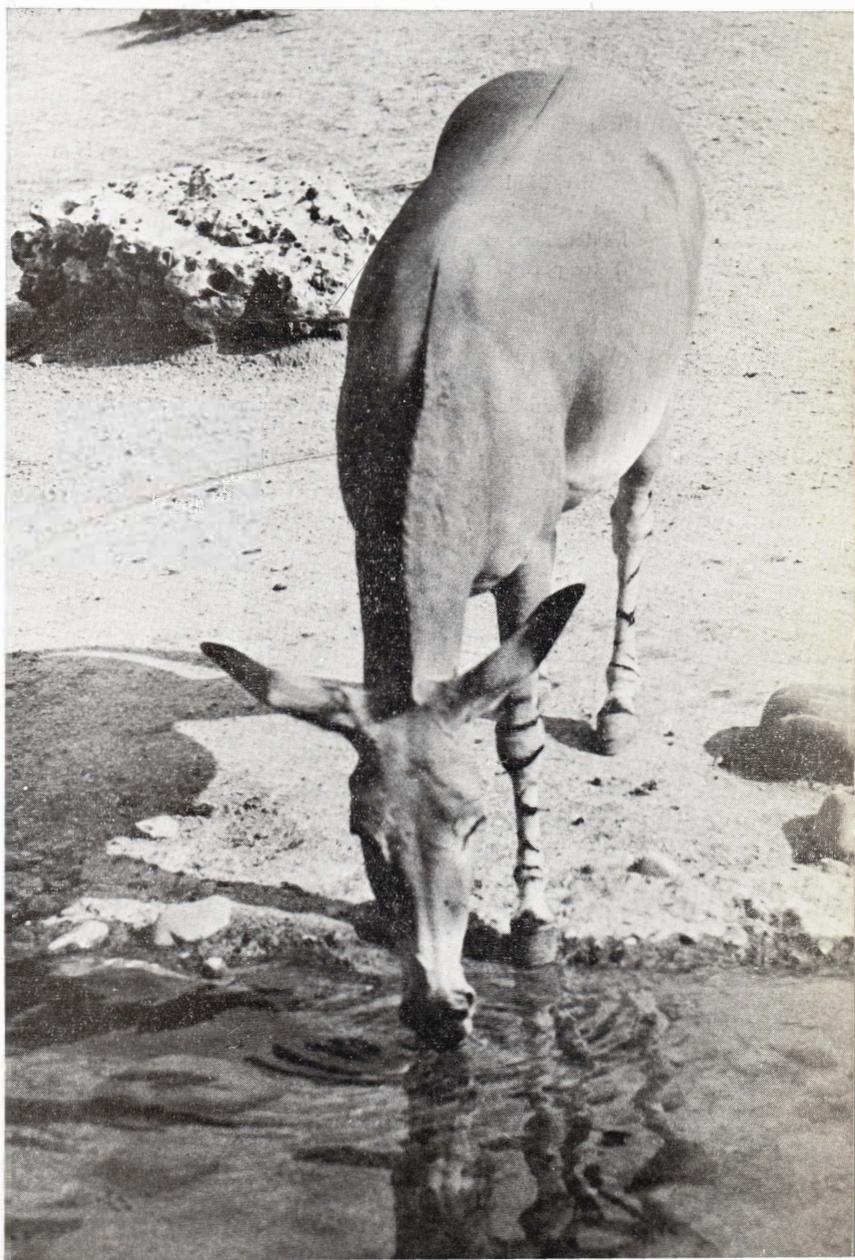
Les naturalistes belges

54.5

mai-juin

1973

Publication mensuelle
publiée
avec le concours
du Ministère de
l'Éducation nationale
et de la Culture
française ainsi qu'avec
celui de la Fondation
universitaire



LES NATURALISTES BELGES

Association sans but lucratif. Av. J. Dubrucq 65. — 1020 Bruxelles

Conseil d'administration :

Président : M. J. - J. SYMOENS, professeur à la V.U.B.

Vice-présidents : M^{lle} P. VAN DEN BREEDE, professeur ; M. J. LAMBINON, professeur à l'Université de Liège ; M. A. QUINTART, chef de section à l'I.R.S.N.B.

Secrétaire et organisateur des excursions : M. L. DELVOSALLE, docteur en médecine, avenue des Mûres, 25. — 1180 Bruxelles. C.C.P. n° 24 02 97.

Trésorier : M^{lle} A.-M. LEROY, avenue Danis, 80 — 1650 Beersel.

Bibliothécaire : M^{lle} M. DE RIDDER, inspectrice.

Administrateurs : M. G. MARLIER, chef de département à l'I.R.S.N.B. ; M. P. PIÉRART, professeur à l'Université de Mons.

Rédaction de la Revue : M. C. VANDEN BERGHEN, chargé de cours à l'Université de Louvain, av. Jean Dubrucq, 65. — 1020 Bruxelles.

Le comité de lecture est formé des membres du Conseil et de personnes invitées par celui-ci.

Protection de la Nature : M. M. COSSEY, rue des Pierres rouges, 16 — 1170 Bruxelles.

Section des Jeunes : Les membres de la Section sont des élèves des enseignements moyen, technique ou normal ou sont des jeunes gens âgés de 15 à 18 ans.

Secrétariat et adresse pour la correspondance : Les Naturalistes Belges, rue Vautier, 31, 1040 Bruxelles.

Local et bibliothèque, 31, rue Vautier, 1040 Bruxelles. — La bibliothèque est ouverte les deuxième et quatrième mercredis du mois, de 14 à 16 h ; les membres sont priés d'être porteurs de leur carte de membre. — Bibliothécaire : M^{lle} M. DE RIDDER.

Cotisations des membres de l'Association pour 1973 (C.C.P. 2822.28 des Naturalistes Belges, rue Vautier, 31 — 1040 Bruxelles) :

Avec le service de la Revue :

Belgique :

Adultes	200 F
Étudiants (ens. supérieur, moyen et normal), non rétribués ni subventionnés, âgés au max. de 26 ans	150 F
Allemagne fédérale, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas	200 F
Autres pays	225 F
Abonnement à la revue par l'intermédiaire d'un libraire	240 F

Sans le service de la Revue : tous pays : personnes appartenant à la famille d'un membre adulte recevant la Revue et domiciliées sous son toit 25 F

Notes. — Les étudiants sont priés de préciser l'établissement fréquenté, l'année d'études et leur âge.

Tout membre peut s'inscrire à notre section de mycologie ; il lui suffit de virer la somme de 50 F au C.C.P. 7935.94 du *Cercle de mycologie*, rue du Berceau, 34. — 1040 Bruxelles.

Pour les versements : C.C.P. n° 2822.28 Les Naturalistes belges
rue Vautier, 31 — 1040 Bruxelles

LES NATURALISTES BELGES

SOMMAIRE

PIÉRART (P.). La génétique éthologique (génétique du comportement en rapport avec l'écologie)	181
DEVARENNE (M.). Randonnées entomologiques en Sardaigne	221
Conservation de la Nature	231
RAPPE (A.). A propos du projet de barrage Lesse III. Réflexions ornithologiques sur l'aménagement dans le sud de la Belgique	234
<i>Bibliothèque</i>	242

La génétique éthologique

(génétique du comportement en rapport avec l'écologie)

par P. PIÉRART (*)

1. Importance du comportement en écologie et dans les phénomènes évolutifs

Chez les animaux l'élément comportemental ou psychologique joue un rôle prédominant dans leurs différentes relations avec le milieu physique et biologique. Les stimuli de toute nature en provenance de l'environnement et les réponses apportées à ces derniers par les organismes constituent la base de la psychologie expérimentale. L'absence de comportement est compensée chez les plantes, plus ou moins immobiles, par la production de substances secondaires de défense, soit répulsives, soit toxiques, ou de substances attractives alimentaires ou plus souvent orientatrices. Ces facteurs moléculaires sont étroitement liés aux mécanismes subtils des conduites animales qui rendent possible la constitution et le maintien des biocénoses. Les nombreuses relations qui existent entre les organismes d'un écosystème sont souvent déterminées par des perceptions qui libèrent

(*) Université de Mons.

des mécanismes de déclenchement de conduites innées ou acquises indispensables à la survie de ces organismes. Le comportement des animaux est donc aussi important que leur structure ou leur physiologie. Au cours de la sélection, trois facteurs sont importants pour la survie de l'espèce : son adaptation journalière (trophique, de défense...), sa durée de vie, sa reproduction liée à sa fécondité et à son comportement sexuel. Ces trois facteurs sont évidemment liés entre eux.

On appelle *coactones* les produits qui agissent spécifiquement au cours d'interactions entre organismes appartenant à des espèces différentes (FLORKIN, 1965). La production de ces coactones, nécessairement sous la dépendance de facteurs génétiques, intervient dans de nombreux mécanismes écologiques comme les chaînes trophiques, la reproduction, la régulation, la défense, le parasitisme, le mimétisme olfactif, etc ...

La nature des effets génétiques sur le comportement est un des problèmes de base de la psychologie puisqu'une explication causale du comportement ne peut être complète sans l'hérédité (SCOTT). Les différences éthologiques des animaux et les productions secondaires des Angiospermes constituent des caractères adaptatifs, soumis à la sélection, base de l'évolution. L'apparition d'un nouveau comportement, rendu nécessaire parce que déterminé par une situation nouvelle ou un nouveau milieu, détermine une pression de sélection orientée et continue favorisant ce type de comportement. Cette sélection va éliminer les individus non adaptés et conserver les mutations qui facilitent ce type de comportement. Les mutations retenues vont donc s'additionner pour constituer un système de plus en plus perfectionné qui évolue orthogénétiquement et simule l'évolution lamarckienne... L'orthogénèse sera développée selon la nécessité des nouvelles structures et des nouveaux mécanismes favorables aux nouvelles conduites (agression, fuite, communication...). Au Dévonien, l'augmentation de la température a contraint certains Crossoptérygiens à quitter le milieu aquatique. Par leur nouveau comportement, ces ancêtres des animaux terrestres ont accumulé sur eux toute mutation favorable à leurs nouvelles niches écologiques. L'évolution des carnivores, des herbivores, des séries symbiotiques et parasitaires présentent les mêmes caractéristiques. Au Tertiaire, l'évolution des phylums de *mammifères*, d'*oiseaux* et d'*insectes* est explosive et orthogénétique vu la très grande diversité du milieu végétal déterminant des comportements trophiques d'herbivores de plus en plus spécifiques.

L'influence réciproque des plantes et des consommateurs de

plantes (herbivores et insectes) renforce et accélère les phénomènes évolutifs et de coadaptation. L'influence réciproque des herbivores et des carnivores accélère le développement des structures permettant la fuite chez les premiers et la prédation chez les seconds.

La pression sélective du milieu est telle que la spéciation se manifeste chez certains groupes exclusivement au niveau du comportement sexuel (espèce éthologique différant par le chant, la parade, etc...). La ritualisation dans la parade nuptiale des oiseaux est un élément fondamental de la spéciation qui est hérité à partir de comportements élémentaires caractéristiques de tout le groupe (lissage des plumes, offrande de nourriture, etc...).

Chez les Drosophiles, les femelles répondent spécialement et presque exclusivement à un ensemble spécifique de sons émis par le mâle grâce aux mouvements extrêmement rapides de ses ailes qui constituent un comportement manifestement emprunté à celui du vol.

L'isolement sexuel qui est très important dans la formation des espèces est en grande partie lié au comportement et aux périodes de fécondité déterminés par des facteurs génétiques et de sélection.

Il semble donc que l'espèce animale est généralement caractérisée par un comportement inné qui lui permet d'accomplir avec un minimum d'apprentissage ou sans apprentissage des actions spécifiques indispensables à sa survie. Parmi ces conduites spécifiques et intégrées dans un système hiérarchisé figurent les mécanismes innés de déclenchement fonctionnant en présence de stimuli signaux configurationnels très spécifiques (expériences avec leurres). Selon SCHLEIDT, ces mécanismes de déclenchement ne seraient pas toujours innés. Cet auteur distingue trois types :

1° Le mécanisme inné de déclenchement.

2° Le mécanisme inné de déclenchement modifié par l'expérience.

3° Le mécanisme de déclenchement acquis exclusivement par l'expérience.

C'est naturellement chez les Mammifères que les programmes génétiques autorisent un comportement qui ne peut s'exprimer parfaitement qu'après expérience et apprentissage.

Chez les Hominidés peu spécialisés et mal adaptés en tant que prédateurs, l'évolution orthogénétique a mis en place un programme génétique déterminant des structures nerveuses de plus en plus complexes permettant la communication symbolique. La station debout, d'autre part, a favorisé l'expression gestuelle et chorégraphique. La pression de sélection opérant, les mutations favo-

rables à la communication articulée et symbolique se sont accumulées pour déterminer l'orthogénèse du cerveau qui a produit le langage et la pensée.

2. Importance des facteurs génétiques dans le comportement. Méthodologie générale

2.1. ACTION DES GÈNES SUR LE COMPORTEMENT.

La génétique du comportement est plus difficile à interpréter que la génétique des caractères biochimiques, physiologiques et même morphologiques. Les caractères héréditaires les plus faciles à repérer sont naturellement ceux qui sont directement contrôlés par les gènes : types d'hémoglobine, agglutinogènes, enzymes, isozymes à propriétés cinétiques différentes.

Certains caractères physiologiques, morphologiques ou structuraux qui dépendent immédiatement de l'activité d'une enzyme ou d'une protéine seront également identifiés comme génétiques si la transmission est mendélienne (hémophilie, anosmies ou cécité aux odeurs, cécité aux couleurs, déficience en glucose-6-phosphate déshydrogénase, migration des cellules par reconnaissance des récepteurs ? des membranes...).

Ces cas sont relativement simples car le gène détermine la formation d'un produit chargé d'une mission spécifique. Il faut néanmoins reconnaître qu'à ce jour aucun des facteurs moléculaires agissant sur la morphologie n'a été identifié, vraisemblablement parce que leur existence est très fugace au cours de l'embryogénèse.

Certains gènes peuvent avoir des effets multiples (gènes pléiotropes). C'est généralement le cas des mutations qui provoquent une déficience d'enzymes intervenant vers le milieu d'une voie métabolique non linéaire. Cette déficience enzymatique empêche les produits intermédiaires et finaux d'apparaître d'où ipso facto une série de troubles (exemple : le syndrome des phénylcétonuriques, caractérisé par l'absence d'une enzyme, s'exprime par une concentration élevée de phénylalanine non métabolisée dans le sang, le liquide céphalorachidien et les urines, une excrétion urinaire d'acides phénylpyruvique, phényllactique..., une dépigmentation partielle, une diminution considérable de l'intelligence, etc...).

L'analyse génétique peut être rendue plus compliquée quand un caractère dépend de plusieurs gènes (gènes complémentaires). La détection de ces gènes nécessite une analyse approfondie des produits de ségrégation. Le cas de l'abeille dite « hygiénique » est

différent puisque deux caractères mendéliens, un premier qui en présence d'une cellule infectée détermine son ouverture et un second qui provoque l'élimination de la larve contaminée par l'ouvrière, ont pour effet d'assurer la complémentarité de deux actions successives indispensables pour réaliser l'aseptie de la ruche.

La corrélation entre deux caractères peut résulter soit d'un effet pléiotrope, soit de deux gènes très proches situés sur le même chromosome. Dans ce dernier cas, ils peuvent exceptionnellement être séparés par crossing-over ou maintenus ensemble par une inversion chromosomique hétérozygote (supergène).

Plusieurs gènes peuvent exercer une même action en additionnant leurs effets (hérédité plurifactorielle, gènes polymères, homomères ou homodynames). C'est le cas des caractères soumis à une variation gaussienne comme la taille, le poids, l'index céphalique, la pigmentation, et très probablement de nombreux caractères du comportement.

On peut donc présumer que certaines conduites dépendent d'un effet génétique complexe pouvant comprendre l'hérédité plurifactorielle, le pléiotropisme et l'épistasie (interactions réciproques des gènes durant la réalisation des caractères quantitatifs et qualitatifs).

Les mutations chromosomiques du type redondance et les trisomies déterminent des modifications importantes et spécialement au niveau du comportement. Le chromosome Y en surnombre ou le chromosome Y de taille anormale est beaucoup plus fréquent dans les groupes pénitentiaires. D'autre part, il est évident que le milieu agit sur les nombreux mécanismes qui permettent d'exprimer les caractères comportementaux. Il y a d'abord les mécanismes biochimiques et physiologiques et enfin les mécanismes psychologiques, sans oublier les facteurs cytoplasmiques et maternels.

En d'autrester mes, la pénétrance d'un ou de plusieurs gènes du comportement dépend beaucoup plus du milieu que celle des gènes déterminant l'apparition d'une enzyme ou d'un agglutinogène. Le milieu peut également provoquer des phénocopies de mutations. D'autre part, les mutations défavorables peuvent nous faire comprendre le fonctionnement normal ou la structure d'un système. Ainsi la mise en place des structures corticales se traduit par des migrations cellulaires qui dépendent de la reconnaissance chimique des surfaces cellulaires; ce phénomène a pu être analysé grâce à des mutations qui modifient les caractères moléculaires de la membrane et rendent impossible l'assemblage normal des cellules.

2.2. ACTION DU MILIEU.

Dans les cas non pathologiques, les petites actions du milieu modifient le phénotype, spécialement au cours de l'embryogénie. L'action de ce milieu est fort complexe et comprend pour les mammifères, déjà avant la naissance, de nombreuses composantes : le génotype maternel, le milieu maternel général, le milieu maternel spécial ou immédiat (variation due à la répétabilité), l'âge de la mère (ELENS, 1966), l'ordre des naissances.

Le système neurologique hérité réagira aux influences du milieu. La valeur phénotypique de l'individu est sa valeur génotypique augmentée ou diminuée par la déviation due à l'environnement :

$$P = G + E$$

P = valeur phénotypique

G = valeur génotypique

E = déviation due à l'environnement.

La valeur adaptative du génotype A peut être supérieure à la valeur adaptative du génotype B dans le milieu X et inférieure dans le milieu Y. Cette observation s'applique aux facteurs physico-chimiques et biologiques du milieu. Les facteurs biologiques sont représentés par les autres génotypes (points de vue quantitatif et qualitatif) qui entrent en compétition ou en associations plus ou moins favorables avec le génotype étudié. Les fortes densités de populations, par exemple, ont pour effet de renforcer des différences d'adaptation des génotypes confrontés. La composition des populations intervient également dans l'expression de certains caractères des *Drosophiles* (durée de vie : LEWONTIN et MATSUO, 1963 ; comportement sexuel : EHRMAN, 1966).

La génétique du comportement, spécialement chez les mammifères, devra donc tenir compte de l'influence considérable apportée par le milieu dans l'expression du génome. C'est d'ailleurs en manipulant les éléments du milieu principalement représentés par des stimuli que l'on pourra augmenter les différences de réponses données par les différents génotypes. A ce point de vue, la génétique du comportement semble donner des résultats extrêmement sensibles et encourageants. Selon HIRSCH (1964), le comportement peut fournir les résultats les plus significatifs en ce qui concerne la diversité génétique des organismes.

2.3. MÉTHODOLOGIE.

Le généticien qui étudie le comportement animal doit prendre un maximum de précautions afin d'éliminer les causes de variations du milieu. L'uniformisation du milieu doit être poussée à l'extrême.

Il pourra alors comparer des lignées issues de croisements frère-sœur hautement homozygotes ou les hybrides de 1^{re} génération provenant des lignées pures. La variabilité mesurée entre les lignées sera la variabilité génétique. Elle dépend naturellement des lignées ou de la composition en génotypes de la population testée.

Une autre méthode consiste à sélectionner les extrêmes du caractère étudié pendant un certain nombre de générations. S'il y a réponse à la sélection on pourra évaluer l'influence génétique dans la réalisation du caractère recherché. On prendra, par exemple, une population hétérogène de rats pour sélectionner, pendant au moins 10 générations, deux lignées, une fortement émotive et une faiblement émotive (fig. 1). Le taux de défécation, de même que l'activité ambulatoire, donnent les résultats les plus reproductibles dans le cas choisi. Le bruit et la lumière stimulent la défécation émotionnelle. L'absence de nourriture et la forme de l'enclos ouvert n'influencent pas les scores. L'animal, après un transport standardisé dans un nouveau milieu, est observé pendant deux minutes afin d'évaluer son comportement ambulatoire et de défécation. Une analyse statistique permet d'évaluer l'influence génétique de la sélection. Le graphique suivant indique la variation de la défécation au cours d'une sélection de 10 générations (fig. 1).

Un tableau emprunté à BROADHURST donne quelques résultats de cette sélection et des croisements ultérieurs.

NOMBRE DE DÉFÉCATIONS

P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	B ₁	B ₂
4.6 ± 0.2	0.04 ± 0.02	2.5 ± 0.2	2.8 ± 0.15	3.7 ± 0.15	1.4 ± 0.2
4.7 ± 0.2	0.01 ± 0.01	1.1 ± 0.2	1.1 ± 0.1	2.8 ± 0.2	0.5 ± 0.1
4.6 ± 0.1	0.03 ± 0.01	1.75 ± 0.15	1.9 ± 0.1	3.2 ± 0.1	1.0 ± 0.1

P₁ et P₂ : lignées parentales ; F₁ et F₂ : 1^{re} et 2^{me} générations ; B₁ et B₂ : back-cross avec P₁ et P₂.

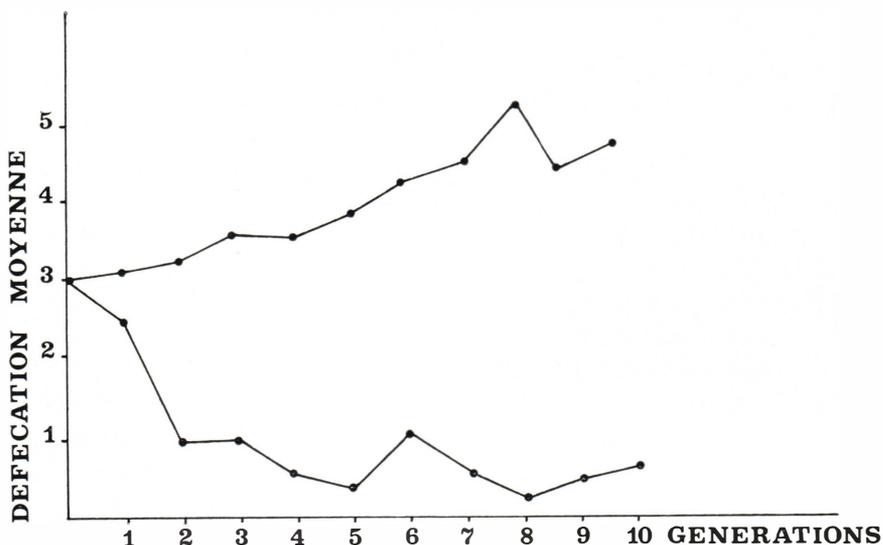


Fig. 1. — Sélection à partir d'une population hétérogène de rats et pendant 10 générations de deux lignées : la première hautement émotive, la seconde faiblement.

Le choix des caractères étudiés, indépendamment de la méthode et du matériel, aura une signification plus ou moins physiologique ou plus ou moins psychologique. Ces caractères apparaîtront comme innés ou plus ou moins variables. Parmi ces derniers, certains peuvent être satisfaits (consommation de l'acte alimentaire, sexuel...) d'autres pas. Ce dernier cas semble caractériser le comportement explorateur de l'animal placé dans une situation nouvelle. Il n'a pas de besoin proprement dit à satisfaire sinon celui d'explorer.

Selon DARCHEM, il apparaît que le comportement explorateur est essentiellement une réponse à un environnement nouveau, ne dépendant pas d'une motivation habituelle. Il aurait donc une origine purement nerveuse. Ce comportement généralement avantageux est néanmoins parfois inhibé par la néophobie, type de comportement particulièrement bien adapté à la pollution chimique (rats évitant les objets non familiers y compris la nourriture, insectes évitant les insecticides...).

2.4. MATÉRIEL.

Le matériel utilisé jusqu'ici en génétique du comportement est principalement représenté par les *Drosophiles* pour les insectes et les rats et souris pour les mammifères. Sporadiquement des

études sur les abeilles, les criquets, les blattes, les moustiques, certains oiseaux, poissons et chiens, sont publiés. La nécessité des élevages et les difficultés d'observation sur le terrain rendent très difficile l'étude de la génétique du comportement des espèces présentant un intérêt écologique.

D'assez nombreuses études sur les chaînes trophiques ont été réalisées sur les mollusques, les lépidoptères et les oiseaux.

2.5. GÉNÉTIQUE QUANTITATIVE.

De nombreuses caractéristiques du comportement sont mesurables. Citons par exemple, chez les rongeurs, la vitesse de course, l'activité motrice et exploratoire, la défécation liée à l'émotivité, les tests d'apprentissages, les préférences alimentaires, etc... Chez les Drosophiles on étudie principalement les fréquences et les durées d'accouplement, les préférences sexuelles en fonction du génotype, de son type d'élevage et de sa fréquence. Certains rongeurs et arthropodes ont été étudiés en fonction des préférences de température, de lumière et d'humidité.

Chez les primates et l'homme, les seuils de perceptions gustatives, olfactives et des couleurs sont étudiés. On comprend donc que la génétique quantitative occupe une place de choix dans la génétique du comportement.

Pour simplifier, nous pouvons considérer au début un locus avec deux allèles A_1 et A_2 . Désignons par $+a$ la valeur génotypique de l'homozygote A_1A_1 , par $-a$ la valeur génotypique de l'homozygote A_2A_2 et par d la valeur génotypique de l'hétérozygote A_2A_1 :



L'on voit que le point 0 est à mi-chemin entre A_2A_2 et A_1A_1 , d dépend du degré de dominance. Si nous envisageons plusieurs loci et supposons que les effets des gènes s'additionnent, la différence entre les deux races sera donnée par $2\Sigma a$ (en absence de surdominance).

L'étude des caractères quantitatifs implique l'étude de leur variation (variance). La variance totale est la variance phénotypique qui représente la somme de diverses composantes. On peut représenter cette variance totale symboliquement de la façon suivante :

$$V_P = V_G + V_E$$

où V_P est la variance phénotypique ;
 V_G est la variance génotypique ;
 V_E est la variance du milieu.

L'importance relative du génotype comme élément de la valeur phénotypique sera donnée par l'expression V_G/V_P .

L'étude de la variance dans une population d'individus tous identiques au point de vue génétique donnera une valeur de la variance phénotypique dans laquelle la variance génotypique vaut zéro.

La variance phénotypique de lignées hautement sélectionnées ou de la F_1 d'un croisement entre de telles lignées sera donc l'expression de la variance imposée par le milieu. En calculant la variance d'une *population mélangée* vivant dans un milieu identique l'on pourra exprimer par différence la variance génétique et par conséquent le rapport $V_G/V_P = h^2$ ou héritabilité au sens large. En réalité, la variance génétique V_G se décompose en plusieurs éléments dont les deux plus importants sont la variance d'addition V_A et la variance de dominance V_D . On aura donc $V_G = V_A + V_D + \dots$.

$V_A/V_P = h^2$ mesure l'héritabilité au sens strict.

La notion d'héritabilité est toute relative et n'est pas liée à un caractère comme on pourrait le croire trop facilement. Pour exprimer le rapport V_A/V_P il faut nécessairement le faire en fonction d'une population et d'un milieu. L'héritabilité de la préférence à l'alcool par exemple dépendra de la composition en génotypes et du milieu. L'analyse de la variance qui étudie la variance entre les lignées (variance intergroupe) et la variance à l'intérieur des lignées (variance résiduelle ou intragroupe) permet de calculer la variance due aux différences génétiques des lignées et la variance due au milieu. Un milieu variable augmentera la variance de l'environnement et diminuera donc h^2 . La variance d'addition est proportionnelle à l'effectif des hétérozygotes. La variance de dominance est proportionnelle au carré des effectifs des hétérozygotes.

Dans une population où le gène dominant A_1 a la fréquence p et le gène A_2 récessif la fréquence q nous avons, en cas d'équilibre, les effectifs : $p^2A_1A_1 + 2pqA_1A_2 + q^2A_2A_2$ où V_A variance d'addition et V_D variance de dominance ont pour valeur :

$$\begin{aligned} V_A &= 2pq [a + d(q-p)]^2 \\ V_D &= 4 p^2q^2d^2 \text{ (FALCONER) (1).} \end{aligned}$$

(1) Introduction to quantitative genetics, Ronald Press Company (1970).

2.6. RAPPORT AVEC LA GÉNÉTIQUE ÉCOLOGIQUE.

La génétique du comportement par l'étude des caractères éthologiques contribue pour une large part à la génétique écologique qui étudie l'évolution des populations naturelles en fonction de leur adaptation. La perception de substances dangereuses ou répulsives en relation avec les phénomènes de mimétisme, le choix de la nourriture, de l'habitat ou du conjoint, l'agressivité et la crainte, l'orientation, la possibilité d'apprentissage constituent des facteurs de sélection et de régulation importants pour l'équilibre des écosystèmes.

L'efficacité d'un stimulus-signal d'origine génétique dépendra de la sensibilité et du degré de perfection du récepteur d'origine génétique. La génétique écologique est tributaire pour une large part de la génétique du comportement ou génétique éthologique.

3. Quelques types de comportement dépendant de la génétique éthologique

Dans ce chapitre nous essayerons d'épingler quelques exemples. Ces derniers ont été choisis à cause de leurs implications écologiques. Il est inutile d'insister sur l'aspect fort incomplet de ce tableau.

3.1. LE COMPORTEMENT EXPLORATEUR.

J. H. BRUELL (1964) a étudié l'hérédité de certains caractères du comportement chez la souris et les a comparés à des caractères physiologiques. Parmi les caractères du comportement, il a principalement analysé le comportement explorateur. Dans ce but, il teste 13 lignées pures de souris et 31 populations F_1 résultant de croisements entre ces races. Le test consiste à placer la souris dans un labyrinthe divisé en quatre compartiments dont les parois sont percées d'un passage avec faisceaux lumineux pour l'enregistrement.

Les deux tableaux ci-joints reproduisent partiellement quelques résultats obtenus par BRUELL.

PERFORMANCES DU COMPORTEMENT EXPLORATEUR DE QUATRE LIGNÉES DE SOURIS MESURÉES D'APRÈS LE NOMBRE DE PASSAGES DANS LES COMPARTIMENTS DE LA CAGE (M = MOYENNE,

S = ÉCART TYPE)

N° des lignées	Lignées	Nombre de ♀ testées	Nombre de ♂ testés	M ♀	Performances		
					S	M ♂	S
01	A/J	70	65	132	27,68	125	26,74
02	AKR	47	60	178	48,01	176	66,05
09	RFM	52	47	195	57,46	182	39,80
03	BALB/C	54	47	168	30,90	152	36,24

Les performances sont mesurées pendant une durée de 10 minutes.

L'observation de ce tableau montre que pour une race les différences de performance entre mâles et femelles sont pratiquement non significatives et qu'on peut donc les négliger (coefficient de corrélation entre mâles et femelles = 0,834).

PERFORMANCES DES PARENTS COMPARÉES A CELLES DES HYBRIDES

Nature du croisement	Parents				Hybrides		
	♀	♂	Valeur inférieure	Valeur intermédiaire	Valeur supérieure	F ₁	Différence entre F ₁ et val. sup.
01 × 05	132	146	132	139	146	138,5	— 7,5
01 × 06	132	165	132	148,5	165	153,5	— 11,5
03 × 06	168	165	165	166,5	168	194	26
03 × 08	168	156	156	162	168	205,5	37,5
04 × 05	109	146	109	127,5	146	175	29,0

L'examen de ce tableau montre que les performances de l'hybride sont généralement supérieures à la valeur médiane des parents (moyenne de la performance du mâle et de celle de la femelle) et bien souvent à celle du parent ayant réalisé le score le plus élevé.

En fait, sur les 31 hybrides, 5 se situent en dessous du point médian des parents et 21 au-dessus de la performance la plus élevée des parents. Cette observation traduit une fois de plus un phénomène bien connu sous le nom d'hétérosis ou meilleure adaptation de l'hybride issu de deux souches hautement sélectionnées. L'on constate d'ailleurs que l'hétérosis est plus marqué quand les parents appartiennent à des races non apparentées. BRUELL a obtenu les mêmes résultats pour le test d'activité sur la roue. Selon cet auteur le type

d'hérédité n'est pas simple et doit dépendre d'un système polygénique constitué par quatre types de gènes :

- 1° des dominants apportant une augmentation dans la performance D+
- 2° des dominants apportant une diminution dans la performance D—
- 3° des récessifs apportant une augmentation dans la performance R+
- 4° des récessifs apportant une diminution dans la performance R—

Dans un milieu où le comportement explorateur est bénéfique, les D+ et R— doivent être retenus par la sélection ; en effet les D— (gène dominant apportant une diminution), du fait qu'ils s'expriment dans le phénotype hybride, sont éliminés ; par contre, les R— éludent la sélection. D'autres considérations amènent BRUELL ⁽¹⁾ à considérer que pour des caractères non adaptatifs comme le taux de cholestérol il n'y a pas d'hétérosis mais plutôt une tendance à l'hérédité intermédiaire par absence de sélection.

BARNETT et SCOTT (1964) ont confirmé l'avantage conféré aux hétérozygotes qui répondent plus rapidement que les homozygotes quand ils sont placés dans des situations nouvelles.

G. VAN OORTMERSEN (1971) a étudié le comportement d'exploration de 3 lignées de souris en se basant sur la somme des fréquences de redressement et de reniflement dans dix situations différentes (cage inhabituelle, différences sociales...). Les différences sont généralement peu marquées sauf, dans les situations comprenant du matériel pour le nid, un mâle et une femelle ou deux mâles dans la cage.

Nous avons choisi un exemple simple et relativement clair du comportement explorateur qui, en tant qu'apprentissage topographique (non motivé), joue un rôle important dans l'orientation des animaux. Il peut donner lieu à un apprentissage par compréhension subite (insight learning) si l'animal qui a reconnu un territoire se dirige immédiatement vers un endroit nécessaire à la solution d'un problème.

Rappelons que ce comportement peut devenir dangereux dans certains cas. Les rats sauvages commensaux de l'homme évitent les objets inhabituels, y compris la nourriture, placés dans leur territoire. Cette néophobie semble caractériser certains insectes présentant une résistance aux insecticides.

(1) En fait BRUELL postule que l'hétérosis se constate seulement pour des caractères qui ont été soumis à la sélection.

3.2. LE COMPORTEMENT TROPHIQUE.

Ce problème très vaste comprend au départ les perceptions olfactives, gustatives et visuelles. Le problème se complique par les questions de mimétisme. Le début du mécanisme se situe chez les plantes (écologie phytochimique) qui fournissent une série de substances secondaires, soit répulsives soit attractives. Les liaisons très strictes entre insectes et plantes produisant de telles substances s'expliquent par l'adaptation secondaire et la sélection des insectes pour ces substances. Un cas remarquable d'adaptation est fourni par les jeunes vers à soie attirés vers les feuilles de mûrier par l' α - β -hexénal et les vers à soie plus âgés par le β - γ -hexénal (WATANABE, 1958).

Le ver à soie mangera la feuille sous l'action d'un facteur qui déclenche la mastication (β -sistérol et isoquercitine ou morine) suivie d'un mélange de substances déclenchant la déglutition. La substance attractive ne fait pas nécessairement partie du régime alimentaire. Certains insectes attirés par l'odeur des champignons se nourrissent de larves d'autres insectes vivant sur le champignon (Staphylinidae se nourrissant de larves de mouches).

Il semble que les ruminants préfèrent les races de plantes riches en sucre appartenant aux hexoses et au fructose. Malgré la grande variabilité d'appétence entre les individus, ARNOLD et BOUNDY (in ARNOLD et HILL, 1972) ont montré que les courbes de préférence pour des solutions d'acide citrique diffèrent de façon significative pour quatre races de moutons.

Parmi les relations plantes-animaux, il est bien connu que les herbivores évitent certaines plantes toxiques. Un alcaloïde comme la colchicine est un poison universel de la mitose car elle se fixe sur la protéine des microtubules qui constituent les fibres du fuseau achromatique. Cette fixation se fait probablement sur le site fonctionnel de la protéine. Le hamster syrien cependant est résistant à la colchicine. Il est vraisemblable que cette espèce est caractérisée par une modification du site fonctionnel de la protéine des microtubules (OHNO).

Les glucosides cyanogènes répandus chez les Angiospermes et quelques Basidiomycètes semblent constituer de bon signaux pour les animaux ⁽¹⁾. *Lotus corniculatus* constitue des populations de 2 phénoty-

(1) La sensibilité au radical CN chez l'homme comprend 3 seuils selon les génotypes à 10^{-6} , 10^{-3} , 10^{-1} g KCN/litre d'eau. L'acide cyanhydrique est libéré par la plante après destruction des cellules. Chez les Basidiomycètes la libération est spontanée.

pes caractérisés par la présence ou l'absence du glucoside. Le caractère présence est dominant. Un deuxième gène, à fréquence variable au sein des populations, détermine l'apparition d'une enzyme facilitant la production d'acide cyanhydrique HCN. Les individus cyanogènes sont protégés vis-à-vis des consommateurs comme *Agriolimax reticulatus* et les larves du papillon *Zygaena filipendulae*. JONES a démontré que *Arion ater* consomme spécialement les plantes non cyanogènes ou faiblement cyanogènes et que *Microtus agrestis*, *Arianta arbustorum*, *Helix aspera* et *Agriolimax reticulatus* (1) choisissent des individus de *Lotus corniculatus* non cyanogènes.

LANE (1962) a montré que la larve du papillon *Polyommatus icarus* n'avait pas de préférence pour les plantes cyanogènes de *Lotus corniculatus*. Selon cet auteur la larve pourrait neutraliser HCN en le transformant en thiocyanate grâce à une enzyme.

Chez *Trifolium repens* le même phénomène existe : présence ou non de glucosides cyanogènes (80 % de lotaustraline et 20 % de linamarine) (2) et présence ou absence de l'enzyme linamarase. Il y a deux paires de gènes indépendants Ac et ac pour les glucosides et Li et li pour la présence ou l'absence de linamarase. La fréquence de ces gènes diminue avec l'abaissement de l'isotherme de janvier. Ce fait semble indiquer que les formes acyanogènes sont avantagées par le froid et désavantagées par la chaleur. Le problème est très complexe car certaines plantes utilisent le groupe cyanure pour la synthèse de l'asparagine ce qui constitue en même temps un mécanisme de désintoxication.

Les Asclépiadacées produisent assez souvent des glucosides qui diminuent la fréquence des battements du cœur. Ces glucosides ont la propriété de faire vomir certains animaux comme les chats et les pigeons pour une dose équivalente à la demi-dose létale. Certaines Asclépiadacées sont exclusivement consommées par les larves des Danainae (Lépidoptères tropicaux). Les oiseaux évitent les imagos parce qu'ils contiennent les glucosides des plantes qui ont servi d'aliments à leur larve.

BROWER et ses collaborateurs sont parvenus par sélection à obtenir une lignée de papillons capables de se développer sur le chou démuné de ces glucosides. En soumettant à la diète un oiseau qui

(1) Selon CRAWFORD-SIDEBOTHAM un mollusque qui sélectionne les formes d'une espèce (*T. repens*) ne mange pas l'autre (*L. corniculatus*) et vice-versa.

(2) La lotaustraline et la linamarine sont des glucosides cyanogènes qui dérivent respectivement de la L-Isoleucine et de la L-Valine.

habituellement évite le papillon, on parvient à lui faire manger les papillons devenus non toxiques. On peut ensuite présenter à l'oiseau conditionné un papillon toxique et enregistrer de nombreux vomissements.

Les observations de terrain et les études de laboratoire montrent clairement que les papillons consommés par les oiseaux sont ceux dont les chenilles se développent sur les plantes non toxiques.

RYERSON et BROWER ont pu déterminer expérimentalement (poudre de papillon broyée mélangée à des capsules de gélatine) la dose nécessaire pour déterminer le vomissement d'un oiseau. Selon la plante qui a servi d'aliment le spectre de toxicité du papillon peut varier de 1 à 10. En cas de disette, certains papillons relativement peu empoisonnés peuvent servir d'aliment à l'oiseau.

L'observation du comportement de l'oiseau permet, selon BROWER, une nouvelle hypothèse concernant la signification du goût. Si l'oiseau avale un papillon toxique, il vomit. Dans un deuxième stade il se montrera plus circonspect et prélèvera quelques fragments de l'insecte pour finalement associer le type de l'insecte à un danger (origine trophique du savoir — L. Hauman).

Si le poison de la plante est associé à une odeur particulière, les insectes peuvent conserver l'odeur et conditionner les oiseaux. La présence de ce signal seul détermine chez la plante et l'insecte un mimétisme olfactif, aussi avantageux que le mimétisme de couleur et de forme. Comme exemple on peut citer la sécrétion jaune des coccinelles. Rappelons que dans le mimétisme batésien une espèce comestible peut ressembler à une espèce incommestible. Ce phénomène ne s'observe que s'il y a un modèle toxique dans la région. Le mime ne peut devenir trop abondant au risque de supprimer l'avantage qui lui est conféré. Pour un niveau de prédation égal à cinq, c.-à-d. une consommation moyenne de 5 insectes par prédateur pendant une période donnée, l'élimination sera (fig. 2) :

de 0,6	pour	20 %	d'insectes toxiques	(Protection 0,4)
de 0,4	«	40 %	d'insectes toxiques	(Protection 0,6)
de 0,29	«	60 %	d'insectes toxiques	(Protection 0,71)
de 0,24	«	80 %	d'insectes toxiques	(Protection 0,76)
de 0,20	«	100 %	d'insectes toxiques	(Protection 0,80)

Cette élimination comprend les formes toxiques et les mimes.

Il existe selon le niveau de prédation un *équilibre* pour lequel l'élimination des toxiques et des mimes est la même. Par exemple pour un niveau de prédation 5, cet équilibre est atteint pour 40 %

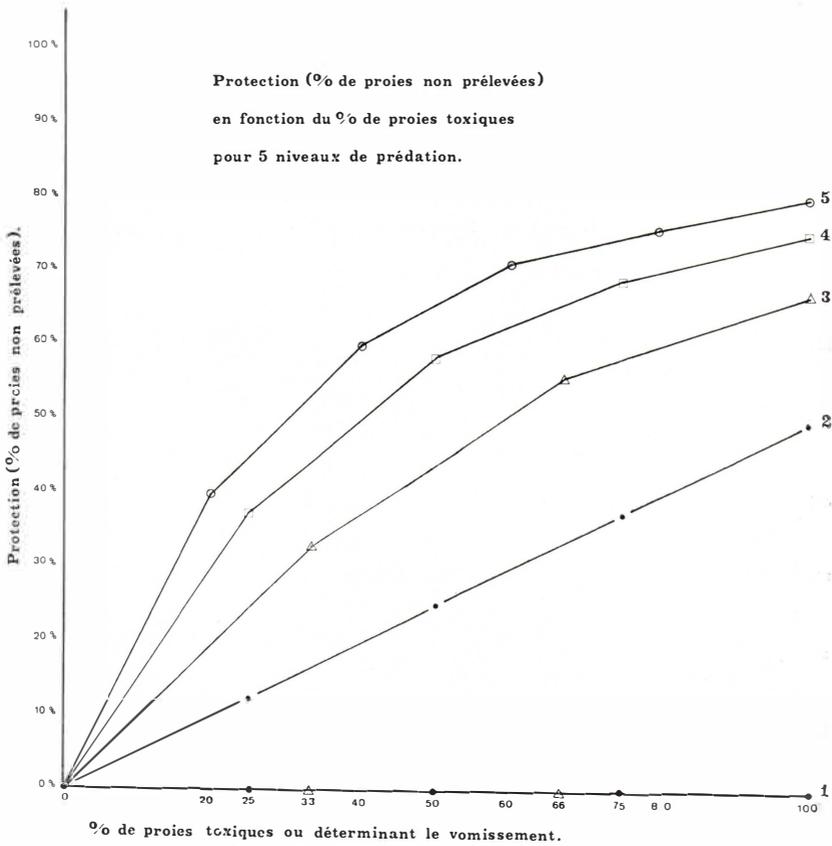


FIG. 2

de proies toxiques (voir courbe fig. 3). Si la protection augmente théoriquement avec le pourcentage de proies toxiques, il arrive un moment où ce taux diminue par une élimination de formes toxiques plus importante que celle des mimes (voir courbe). Un équilibre doit donc s'installer entre l'espèce non comestible et l'espèce comestible.

BROWER a suggéré une nouvelle forme de mimétisme qu'il appelle automimétisme parce que le mime et le type dangereux appartiennent à la même espèce. On peut donc relier deux espèces automimétiques dont les types comestibles font du mimétisme batésien l'un pour l'autre au mimétisme müllerien puisque les formes évitées par les oiseaux appartiennent aux 2 espèces (protection commune). Une question peu étudiée jusqu'ici et qui

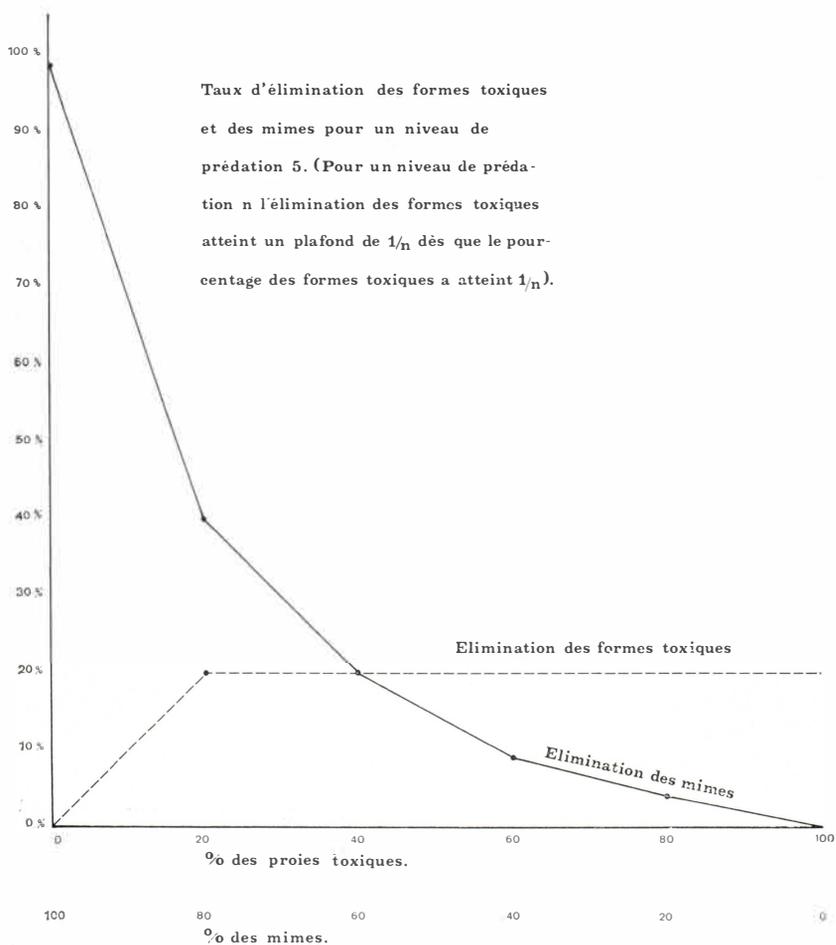


FIG. 3

nous paraît fort intéressante serait de rechercher si le choix de la plante toxique ou non est déterminé par le génotype de l'insecte. S'il en était ainsi nous aurions un polyéthisme (plusieurs comportements) dans le choix de la plante servant à la ponte avec, comme conséquence, un spectre de comestibilité soumis à la sélection. Nous avons vu que le taux d'élimination des formes comestibles diminue avec l'élévation du pourcentage des formes non comestibles, pour atteindre un équilibre déterminé par une même élimination des deux types. Les coefficients de sélection se maintiendraient aux environs des valeurs fixées par l'équilibre et détermineraient les fréquences des gènes ou, au moins, les pourcentages des différents types de comportements à la ponte.

Les études de BROWER prouvent que l'oiseau étudié (geai bleu — *Cyanocitta cristata*) doit être entraîné pour accepter un type d'insecte dont la comestibilité peut varier en fonction de la plante sur laquelle il s'est développé. Cette observation est en accord avec celle de HARRIS (1965) qui a montré que les différences individuelles du comportement alimentaire chez les mouettes sont dues principalement aux premières expériences alimentaires. TINBERGEN (1960) pense que l'absence de réaction vis-à-vis de certains insectes est liée au fait que l'oiseau ne les a pas encore rencontrés et non au fait que l'oiseau a reconnu la proie et l'a ensuite rejetée. Il n'en demeure pas moins que certaines préférences alimentaires sont déterminées en partie par le génotype. Certaines lignées de souris ont des préférences nettement marquées pour les solutions alcoolisées. Cette préférence est corrélative d'une haute activité de l'alcooldeshydrogénase. L'hérédité est du type intermédiaire ; le calcul de l'héritabilité est rendu difficile car la variance de la F_2 est à peine plus élevée que celle de la F_1 . Cette prédilection pour l'alcool de la part de certains génotypes semble dépendre, en plus du facteur d'élimination de l'alcool ou de l'aldéhyde, de plusieurs autres caractères.

Au point de vue de la productivité, il est prouvé qu'un génotype A peut présenter un meilleur développement que le génotype B pour un type d'alimentation alors que l'inverse se produit pour un autre régime alimentaire. Ce phénomène connu chez la souris et les animaux domestiques n'a cependant pas encore été étudié de façon approfondie sur le plan comportemental des préférences et des refus alimentaires. On a démontré chez le poulet une influence sociologique c.-à-d. que des animaux isolés mangent moins que des animaux réunis. D'autre part on a montré qu'un régime comportant un excès de phénylalanine et de tyrosine conduisait à des anomalies mentales chez la souris et chez les phénylcétonuriques humains en relation avec une déficience en sérotonine.

Nous essayerons une timide conclusion sur le comportement trophique en disant que l'expérience et l'apprentissage y jouent un grand rôle depuis les poissons jusqu'aux mammifères et même chez les insectes bien que des préférences d'origine génétique indéniables existent soit chez les races soit chez les espèces. Les substances nutritives et secondaires déterminent l'appétence de l'animal, mais leur importance relative semble varier avec les espèces.

Chez les oiseaux prédateurs et les insectes se nourrissant de nectar et de pollen les impressions visuelles sont également déterminantes.

3.3. COMPORTEMENT D'HABITATION ET DE CONSTRUCTION.

On a sélectionné des lignées de souris grises, blanches et dansantes pour leur optimum thermique. Les résultats obtenus en laissant les souris choisir leur température ont donné $37,36 \pm 0,12^\circ \text{C}$ pour la souris grise et $34,63 \pm 0,2^\circ \text{C}$ pour la souris blanche. Les croisements indiquent que le caractère est attribuable à un seul locus avec l'optimum thermique le plus bas comme allèle dominant. Une étude histologique de la peau a montré que ce comportement dépend de la morphologie cutanée (épaisseur) et donc au moins en partie des phénomènes de déperdition calorifique.

WARBURG (1964) a montré au niveau des espèces que les Isopodes répondaient bien aux conditions de température, d'humidité et de lumière.

JONES et ROTHEN BUHLER (1964) ont démontré qu'il existait de nombreuses lignées d'abeilles différant par l'agressivité, le nombre d'essaimage, etc. Parmi ces comportements, celui de l'entretien de la ruche est très caractéristique. La race « non hygiénique » abandonne les nymphes infestées par une bactérie tandis que les individus de la race hygiénique débarassent la ruche des individus atteints de la maladie. L'analyse génétique indique clairement que deux paires d'allèles déterminent indépendamment l'ouverture ou la non ouverture de l'alvéole operculée contaminée et l'évacuation ou la non évacuation du cadavre.

G. A. VAN OORTMERSSEN, dans une étude magistrale du comportement général de trois lignées pures de souris CPBs (Balb), CBA et C57 Black, s'est intéressé au comportement de construction du nid. La souche CPBs est territoriale et construit un nid sphérique en surface en utilisant le matériel de construction d'une façon particulière. La souche C57 Black n'est pas territoriale et a tendance à creuser le nid. La souche CBA, plus ou moins territoriale, ne construit pas un véritable nid.

Le comportement qui constitue à érailler des morceaux de papier à l'intérieur du nid a été analysé (fraying). La variabilité de ce comportement est plus grande chez les individus de la F_1 que chez les individus parentaux et ceux de la F_2 . Cet effet TRYON est assez fréquent en génétique éthologique, spécialement chez la souris.

VAN OORTMERSSEN et BEARDMORE ont montré que la souris F_1 adulte physiquement, était inexpérimentée au début pour construire le nid mais que son activité de construction augmentait avec l'âge. Les animaux de la F_1 produits par le croisement C57 Black

× CPBs se comportent d'abord comme les C57 Black pour se conduire dans leur vieillesse comme les CPBs. C'est cette évolution phénotypique qui « gonfle » la variabilité de la F_1 . Cette observation rappelle celle des hybrides de Perruches (Lovebirds, *Agapornis*), étudiés par DILGER (1962), dont le comportement évolue de façon similaire. L'hybride essaie d'abord de planter les matériaux du nid dans les plumes du croupion pour finalement, après un temps de maturation assez long, adopter le comportement de l'autre parent qui transporte les matériaux dans le bec. Cette modification de comportement avec l'âge semble caractériser les animaux hétérozygotes. Le calcul d'héritabilité pour ce comportement d'éraïllement varie de 0,17 à 0,47. Il semble qu'un tiers de la variabilité de ce caractère soit dû à la variance d'addition génétique. Des permutations de nichées montrent qu'il n'y a pas d'influence culturelle sur le comportement d'éraïllement.

G. A. VAN OORTMERSEN a également testé le choix du biotope chez les lignées de souris CPBs, CBA et C57 Black. Dans une cage, la souris peut choisir entre quatre situations :

- 1° herbe présente, possibilité de creuser un trou ;
- 2° herbe absente, pas de possibilité de creuser un trou ;
- 3° herbe présente, pas de possibilité de creuser un trou ;
- 4° herbe absente, possibilité de creuser un trou.

Les résultats indiquent que les C57 Black ont une forte tendance à faire des trous tandis que les CPBs font leur nid dans l'herbe. L'auteur conclut que les CPBs sont adaptées à vivre en surface et les C57 Black sous le sol. Il semble que malgré une sélection importante dans les laboratoires aucun caractère d'adaptation pour ce genre de vie n'est apparu. Au contraire, les caractères ancestraux semblent être conservés si l'on considère que *Apodemus sylvaticus* construit son nid sous terre en le creusant et le garnissant de matériaux divers tandis que d'autres espèces de surface utilisent des cavités ou construisent des nids sphériques. On peut donc présumer que ces deux types de comportement étaient présents dans la population de départ où un polyéthisme d'origine génétique s'est développé à la faveur d'un biotope complexe. Ce polymorphisme de comportement chez la souris domestique augmente sa valeur adaptative pour les nouveaux milieux comme le prouvent les succès enregistrés dans l'élevage de très nombreuses lignées.

3.4. COMPORTEMENT DE DÉFENSE (TERRITORIALITÉ, DOMINANCE SOCIALE).

Nous nous contenterons d'analyser ici un ou deux exemples de territorialité et de dominance sociale laissant de côté le comportement proprement dit de défense des animaux qui utilisent des substances répulsives.

L'équilibre de nombreuses populations de poissons, d'oiseaux et de mammifères est déterminé par une agressivité pondérée. Certaines espèces établissent leur domination dans une hiérarchie sociale, d'autres sur un territoire. Dans certains cas, une troisième forme d'agressivité, celle du couple ou de la famille, se manifeste à cause de la dépendance prolongée des jeunes (cf. espèce humaine et oies). L'agressivité du vertébré est déterminée par la teneur en testostérone et par l'excitation du système orthosympatique qui prépare l'organisme au combat tout en lui donnant un aspect menaçant très significatif pour l'adversaire.

La territorialité existe chez les rongeurs et les canidés. La souris présente de nombreuses attitudes caractéristiques pour la défense de son territoire (observation, fuite, poursuite, recherche, surveillance, tremblement de la queue, position redressée avec intention de mordre, position de biais avec intention d'attaquer latéralement etc...).

Après le combat, le résident mâle peut rester actif en manifestant une attitude de surveillance et d'exploration. L'intrus n'attaque pas mais explore le territoire. Généralement, l'attaque du résident est suffisante pour chasser l'envahisseur. VAN OORTMERSEN a confronté trois groupes de 24 mâles appartenant à trois lignées différentes avec un mâle hybride pendant 30 minutes. Le nombre de victoires, de défaites et de scores nuls varient considérablement, spécialement dans le cas de combats territoriaux (voir tableau).

COMBATS TERRITORIAUX ENTRE UN ADVERSAIRE HYBRIDE STANDARDISÉ ET DES MÂLES APPARTENANT A 3 LIGNÉES

	CPBs	CBA	C57Bl.	Total	% moyen
Nombre de victoires	22	7	1	30	0,416
Nombre de défaites	2	12	8	22	0,305
Résultats indécis	0	5	15	20	0,277
T O T A L :	24	24	24	72	

Les pourcentages moyens de victoires, de défaites et de résultats

indécis sont respectivement 0,416, 0,305, 0,277. Les différences entre les trois lignées sont hautement significatives.

(χ^2 de CPBs = 24,93 ; χ^2 des CBA = 4,28 ; χ^2 de C57Bl = 18,60 pour un degré de liberté égal à 2 ; χ^2 global = 47,81 pour un degré de liberté égal à 4).

Probabilité de trouver un χ^2 plus grand < 0.001 .

Le même auteur a eu l'idée de tester l'agressivité de ces lignées en confrontant trois groupes de 27 mâles avec le même hybride mâle mais dans une cage qui ne leur était pas familière c. à d. qui n'avait pas encore servi à établir la territorialité. Les résultats obtenus sont totalement différents de ceux de l'expérience précédente et illustrent bien l'influence du milieu sur l'expression des génotypes.

COMBATS ENTRE MALES HYBRIDES STANDARDISÉS ET TROIS GROUPES DE MALES (APPARTENANT A TROIS LIGNÉES DIFFÉRENTES) QUI N'ONT PAS ÉTABLI LEUR TERRITOIRE

	CPBs	CBA	C57 Bl.	Total	% moyen
Nombre de victoires	5	6	0	11	0.135
Nombre de défaites	10	10	11	31	0.387
Résultats indécis	12	11	16	39	0.481
TOTAL :	27	27	27	81	

On voit que dans le cas des combats « gratuits », c'est-à-dire non territoriaux, les différences sont beaucoup moins significatives.

(χ^2 des CPBs = 0,57 ; χ^2 des CBA = 1,8 ; χ^2 des C57 Bl = 4,3 pour un degré de liberté égal à 2, χ^2 global = 6,67).

Probabilité de trouver un χ^2 plus grand < 0.1 .

La comparaison des deux tableaux montre que la somme des victoires est respectivement de 27, 13 et 1 pour les 3 lignées considérées.

La lignée CPBs est la plus agressive et défend son territoire avec une très grande efficacité tandis que la lignée C57 Bl. est la plus « tolérante » ou « indécise » si l'on en juge par le nombre de scores nuls (31/51).

La lignée C57 Bl. n'a pas de comportement territorial. Le comportement agonistique de la lignée CBA est plus ou moins intermédiaire entre ceux des lignées CPBs et C57 Black.

Chez le coq et la poule, où la hiérarchie sociale stabilise la troupe, la sélection génétique conduit à une différenciation dans le comportement de domination sociale. La sélection se réalise naturellement puisque le mâle, détenant la 1^{re} place dans la hiérarchie

du groupe, fécondera le plus grand nombre de poules (CRAIG, ORTMAN et GUHL). Les coqs de combat sont d'ailleurs obtenus par une sélection plus ou moins prolongée. L'étude des hiérarchies sociales est forcément beaucoup plus compliquée étant donné les nombreuses interactions possibles entre les individus bien que généralement le rôle du mâle y soit prédominant. RAVELING a montré chez les oies canadiennes que le statut social de tous les membres d'une famille était le même mais que le succès de la famille dans le groupe dépendait en grande partie du jars.

Selon SCOTT (1964), l'aboiement du chien est, entre autres, une composante de son agressivité. Chez le loup c'est un signal d'alarme provoqué par l'approche d'un animal étranger. L'aboiement du chien varie considérablement selon les races ; il constitue souvent une menace au cours des différents types de compétition. C'est chez le chien de race basenji que l'aboiement est le moins développé ; il est utilisé pour la chasse. Bien que le caractère soit de nature génétique et se transmette selon 1 ou 2 paires d'allèles, l'aboiement est maximum au cours de l'établissement des relations sociales (période d'instabilité).

3.5. COMPORTEMENT SEXUEL.

Le comportement sexuel est fondamental dans l'évolution des populations puisque l'isolement sexuel, dû à un comportement inadéquat vis-à-vis de l'espèce ancestrale, doit conduire soit à l'élimination soit à la création d'une nouvelle espèce (spéciation). Les insectes, poissons, oiseaux et mammifères ont fait l'objet d'assez nombreuses études. C'est chez les Drosophiles que le comportement sexuel en rapport avec les mutations a été le plus étudié. Parmi les composantes du comportement du mâle telles que l'orientation, l'olfaction, le léchage, les attouchements, c'est la vibration des ailes qui joue un rôle prédominant (études de H. BENNET-CLARCK et A. EWING).

Comme chez le *Pouillot fitis* et le *Pouillot véloce*, qui se ressemblent beaucoup par le plumage mais qui se distinguent par leur chant, les 2000 espèces de Drosophiles se ressemblent plus ou moins mais sont capables de maintenir leur spécificité grâce à des vibrations alaires qui constituent en fait le facteur important d'isolement sexuel après l'approche d'une femelle par un mâle. Les mutants « ailes vestigiales » ou les individus privés de leur ailes sont peu efficaces auprès de leurs femelles aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité. La présence des ailes est indispensable pour la parade sexuelle nocturne. L'odeur est également importante : chez *Drosophila me-*

lanogaster, le mâle avant de commencer les mouvements de l'aile, doit « sentir » la femelle. Comme l'odeur spécifique de la femelle ne se développe que deux jours après la maturité sexuelle, le son constitue à ce stade le seul moyen de discrimination entre les espèces.

La femelle perçoit le son émis par son conjoint au moyen de l'arista, extension de l'antenne, qui entre en résonance quand l'aile vibre à très faible distance de sa tête. Si la femelle est immature, déjà satisfaite ou d'une autre espèce, elle émet un bourdonnement significatif de 300 cycles/seconde qui met fin aux tentatives du mâle.

Le son du mâle (10^{-10} Watt), très faible, consiste généralement en une série de une ou plusieurs vibrations séparées par des périodes de silence spécifiques. Ces vibrations varient de 225 à 575 cycles/seconde. Dans les cas simples, on enregistre une seule période de 3/1000 de seconde et de 330 cycles/seconde. Le nombre de périodes chez d'autres espèces peut être de 2 à 7. Le son peut, chez certaines espèces « évoluées », se manifester de façon continue et passer d'une fréquence à une autre périodiquement. En résumé, la durée des vibrations, leur fréquence et la durée de l'intervalle de silence caractérisent l'invitation acoustique peu élaborée ; dans les messages plus raffinés, il y a continuité et alternance de fréquences différentes. Au cours du vol le mouvement des ailes produit un son à l'élévation des ailes ; pendant la parade le son est émis aussi bien au soulèvement qu'à l'abaissement (chez *D. persimilis* il y a une vibration de 540 cycles par seconde pour 270 battements des ailes). Ainsi donc les *Drosophiles* utilisent pour la parade un mécanisme existant déjà. Il en est de même pour la réception par l'arista de l'antenne puisque cette dernière dirige et contrôle le vol.

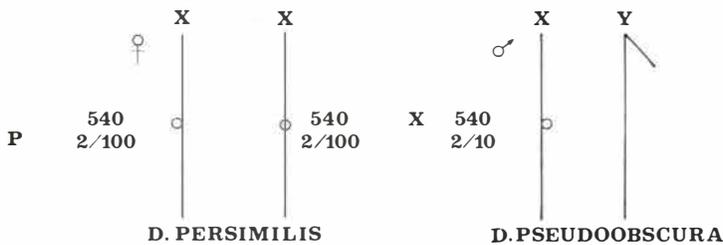
Des sons artificiels émis par un oscillateur ont montré que l'élément important de discrimination était la longueur de l'intervalle de silence. L'intensité du son doit être de 115 décibels ! ce qui permet aux conjoints distants de 2 mm de s'entendre même dans un milieu bruyant. Il est possible que la femelle perçoive non seulement l'intervalle de silence mais également la fréquence du son. Il est évident que ces sons émis pendant la parade constituent un excellent mécanisme d'isolement puisque *D. pseudoobscura* et *D. persimilis*, à peine différenciées au point de vue morphologique, ont des chants d'amour complètement différents. Par contre, des espèces très différentes peuvent avoir un chant identique.

Certains mutants au sein de l'espèce ont des comportements aberrants qui diminuent les chances d'accouplement et qui peuvent conduire à un isolement sexuel sans toutefois modifier le chant. Il semblerait donc que le chant ne constitue qu'un mécanisme

secondaire renforçant un mécanisme comportemental d'isolement déjà existant.

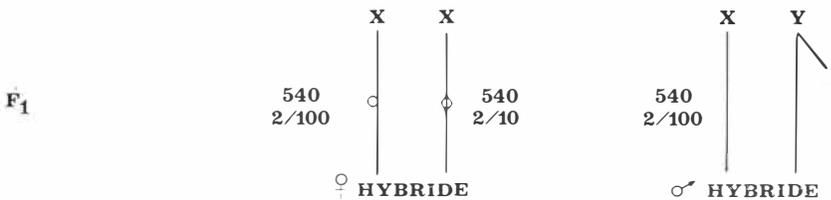
Si l'on croise *D. persimilis* avec *D. pseudoobscura*, les mâles hybrides sont stériles mais sont capables d'effectuer la parade ; les femelles hybrides sont fertiles. *D. pseudoobscura* émet une série de sons de 540 cycles par seconde séparés par des intervalles de 2/10 de seconde suivis d'une série de 260 cycles par seconde avec intervalles de 4/100 de seconde. Par contre *D. persimilis* émet généralement un chant constitué de sons de 540 cycles avec intervalles de 2/100 de seconde.

L'hérédité du son émis par le mâle est liée au sexe (chromosome X). Les mâles hybrides émettent le chant de l'espèce à laquelle appartenait la mère. Les femelles hybrides sont réceptives pour les deux types de mâles et peuvent produire ces deux types.



♀ réceptive pour des sons de 540 cycles par sec. avec intervalles de 2/100 seconde

♂ émettant des sons de 540 cycles par seconde avec intervalles de 2/10 sec



♀ réceptive pour les deux types de chants.
Croisée avec un ♂ 540/2/100 ou 540/2/10
elle produira 50 % de ♂ des 2 types.

Si une mutation de ce type survient chez une femelle elle produira deux types de mâles et les femelles hétérozygotes seront réceptives aux appels de leurs frères. La ségrégation aidant les nouveaux types de mâles finiront par s'isoler avec les nouvelles femelles homozygotes.

Il faudrait plusieurs dizaines de pages pour décrire le comportement sexuel des *Drosophiles*. Néanmoins, il nous semble intéressant de relater ici les expériences de divers auteurs et spécialement celles de EHRMAN.

Si l'existence d'un polymorphisme qui permet la variabilité génétique de la population et par conséquent sa « plasticité » est généralement due à la plus grande valeur adaptative de l'hétérozygote et à l'hétérogénéité du milieu, elle peut également dépendre de la densité et de la composition de la population. C'est ainsi que BIRCH (1955) a montré que dans une population de *Drosophila pseudoobscura* une faible densité de larves favorisait les homocaryotes CH/CH (CHIRICAHUA) tandis qu'une forte densité favorisait les inversions ST/ST (STANDARD).

Les effectifs des génotypes peuvent également dépendre de la densité des adultes ; dans ce cas la sélection ne dépend plus d'une mortalité différente parmi les larves mais bien d'un comportement d'accouplement ou d'une fécondité différente. Chez *D. pseudoobscura*, il existe des différences importantes au point de vue de la rapidité d'accouplement entre les homocaryotes pour les inversions Standard (ST), Chiricahua (CH), etc... Les fréquences d'accouplement diffèrent également. Enfin, les fréquences d'homocaryotes observés augmentent avec la rapidité d'accouplement. La composition de la population influence également le comportement sexuel. Les génotypes mâles minoritaires ont le plus de succès auprès des femelles. Cette constatation implique une augmentation de la valeur adaptative pour les génotypes en faible proportion et donc un *polymorphisme* équilibré. Cette règle n'est pas absolue puisque Cl. PETIT (1958) a observé que la préférence pour les mâles *white* par rapport au type sauvage augmente avec la raréfaction des *white* à partir de 40 % mais augmente également avec l'augmentation des *white* à partir de 80 %. Entre 40 et 80 % le type sauvage est avantage. Il en résulte un équilibre dû à la sélection sexuelle qui s'établit à 40 % de *white* à condition que les *white* ne dépasse pas 80 %. Si pour une cause extérieure le % des *white* devait dépasser 80 %, le type sauvage serait éliminé. Dans certaines expériences, on a développé, par élimination des hétérozygotes pendant plusieurs générations, des lignées de *Drosophiles* pratiquant exclusivement l'homogamie ce qui conduit à une véritable spéciation.

EHRMAN (1966) constate que l'avantage conféré au type de mâle minoritaire s'applique aussi bien au génotype qu'à l'origine géographique. Dans une chambre de ELENS (Observation du comportement sexuel des *Drosophiles*), il introduit une population de *Drosophila*

pseudoobscura homozygote pour le caractère AR (inversion du 3^e chromosome) comprenant 20 couples d'origine californienne et 5 couples d'origine texane. Les accouplements observés se répartissent de la façon suivante :

Types d'accouplements selon l'origine géographique	Nombre d'accoupl.	Nombre thé- orique des accoupl. en ab- sence de sé- lection	Coef. de sé- lec. sexuelle	χ^2
1. Cal ♀ × Cal ♂	57	69,7	{ 1,89	{ 7,56
2. Cal ♀ × Tex ♂	27	17,44		
3. Tex ♀ × Cal ♂	13	17,44	{ 3,69	{ 17,15
4. Tex ♀ × Tex ♂	12	4,36		
T O T A U X :	109	109		

Le tableau des 218 participations se présente comm suit :

Val. observées		Fréq. de copulation	Val. théor. dues au hasard	χ^2
Cal ♀	84	4,2	$0,8 \times 109 = 87,2$	{ 0,58
Tex ♀	25	5	$0,2 \times 109 = 21,8$	
Nb. part. ♀	109			
Cal ♂	70	3,5	$0,8 \times 109 = 87,2$	{ 19,96
Tex ♂	39	~8	$0,2 \times 109 = 21,8$	
Nb. part. ♂	109			

L'examen de ce tableau montre que les femelles californiennes et texanes se sont appariées avec la même fréquence tandis que les mâles californiens ont copulé beaucoup moins souvent que les texans minoritaires (3,5 au lieu de 8 fois). Il faut bien en déduire que ce sont les femelles qui préfèrent la denrée rare !

EHRMAN constate ensuite que le type d'élevage et spécialement la température détermine des situations similaires. Les femelles préfèrent des mâles élevés dans le froid, c'est-à-dire à 16° C, qui sont un peu plus grands et plus vigoureux que les mâles élevés au chaud, c'est-à-dire à 25° C. L'analyse du processus indique que ce sont les femelles élevées à 16° C qui préfèrent les mâles élevés à 16° C alors que les femelles élevés à 25° C semblent indifférentes (12 femelles et 12 mâles élevés à 16° C et 12 femelles et 12 mâles élevés à 25° de *Drosophila pseudoobscura*).

Types d'appariements selon la t° d'élevage	Rapport de sélection	Coefficient de sélection	χ_2 des app. ♀ élevées à 16° et 25°
♀ 16° × ♂ 16° = 44	{44/18	{2,44	{10,90
♀ 16° × ♂ 25° = 18			
♀ 25° × ♂ 16° = 28	{28/28	{1	{ 0
♀ 25° × ♂ 25° = 28			

L'examen de ce tableau montre bien que les femelles élevées à 25° ont eu autant de rapports avec les deux types de mâles alors que les femelles élevées à 16° C opèrent une nette distinction. Néanmoins la « psychologie de l'article rare » intervient si l'on présente moins de mâles chétifs que de mâles vigoureux : les mâles élevés à 25° voient leurs succès augmenter ! Grâce au *choix des femelles le polymorphisme balancé est assuré en l'absence d'une valeur adaptative supérieure des hétérozygotes*. Aucune différence n'a été observée quand on compare les accouplements de mouches élevées ensemble ou séparément. Toutefois, dans les lignées en voie d'isolement éthologique, des préférences se manifestent.

L'explication du choix opéré par la femelle demeure obscure. Il est possible que la femelle au cours des nombreuses tentatives qui précèdent l'accouplement puisse recueillir une certaine information sur les fréquences des phénotypes. Les sensations acoustiques et olfactives ne semblent pas intervenir dans ce choix.

LORENZ, dans une lettre adressée à EHRMAN, signale que chez les oies les jars peuvent subitement abandonner leur femelle quand on introduit des étrangères dans la troupe.

Nous terminerons ce chapitre par quelques observations enregistrées par VAN OORTMERSSEN (1971) sur la souris domestique. Les femelles des trois lignées testées manifestent relativement peu de caractères différents. Les différences se marquent quantitativement dans les positions redressées sur les membres postérieurs et les poses de soumission caractérisées par les pattes antérieures tendues vers l'avant.

Nombre de positions redressées et de soumission manifestées par 3 lignées de femelles vis-à-vis d'un mâle (valeurs × 10 pour une période de 5 min.).

	CPBs (9♀)	CBA (8♀)	C57Bl (7♀)
Positions redressées	82	91	90
Poses de soumission	83	71	10

Le comportement du mâle est plus différencié comme en témoigne le tableau ci-dessous.

Analyse du comportement des mâles dans leur cage après l'introduction d'une femelle
(valeurs $\times 10$ pour une période de 5 min.)

	CPBs (35♂)	CBA (35♂)	C57Bl (35♂)
Reniflements :	69	138	173
Locomotion :	128	216	239
Agitations :	57	28	64
Grattements :	37	7	32
Investigations chez le partenaire :	356	377	227
× Ramper sous le partenaire :	112	32	7
Saillies :	8	47	41
Lavements génitaux :	4	14	18
Toilette :	130	103	151
× Soulèvements du partenaire :	31	4	1
× Repos et soins du partenaire :	12	1	2

L'examen du tableau indique que le comportement des mâles de la race CPBs est plus complet bien que les saillies soient plus fréquentes dans les races CBA et C57Bl. Les plus grandes différences se situent entre les lignées CPBs et C57Bl. Cette dernière race est caractérisée par un minimum de parade (ramper sous le partenaire, soulever le partenaire, soins du partenaire).

Ce comportement différencié entre mâles et femelles s'explique, entre autres, par l'action de la testostérone qui agit sur l'hypothalamus. Il est impossible d'expliquer dans l'état présent de nos connaissances les raisons des différences comportementales entre les races, qu'elles soient quantitatives ou qualitatives. Parmi les éléments de ce comportement différencié notons que chez le rat mâle l'activité d'exploration est plus faible que chez la femelle alors que la défécation est supérieure. L'injection de testostérone à une toute jeune femelle lui confère les mêmes aptitudes que le mâle dans ce domaine (LÉVINE, 1966).

Chez le Phalarope de Wilson qui se reproduit au Canada les rôles sont renversés. La femelle est plus grande et plus colorée que le mâle. Elle se choisit un mâle et menace les femelles qui voudraient se rapprocher de son élu. Le plumage et le comportement de la femelle sont la conséquence d'une forte production de testostérone par les ovaires (il y a autant de testostérone dans les ovaires

que dans les testicules). Quand au mâle, il couve les œufs grâce à deux plaques ventrales incubatrices qui se forment sous l'action combinée d'hormone mâle et de prolactine (il semble que l'hypophyse de la femelle sécrète moins de prolactine que celle du mâle). Il est vraisemblable qu'une mutation a rendu la femelle incapable de sécréter la prolactine, la libérant de la couvaison et lui permettant d'échapper à une trop forte prédation. Inversement, la sélection a dû favoriser la diminution des sécrétions de testostérone chez le mâle et l'augmentation chez la femelle au moment de l'apparition d'un plumage de parade.

Pour clore ce chapitre rappelons que chez le poisson *Oryzias latipes* les mâles avec les chromosomes YY ont plus de succès que les mâles XY lors de la compétition pour les femelles.

Chez l'homme, le chromosome Y surnuméraire ou un chromosome Y de taille anormale (plus fréquent dans les groupes pénitentiaires) fait penser que la délinquance serait déterminée par une redondance d'un gène normal.

3.6. APPRENTISSAGE ET RELATIONS SOCIALES INTRASPÉCIFIQUES ET INTERSPÉCIFIQUES.

BOVET (1969) a sélectionné des races de souris qui sont capables d'apprendre le comportement de fuite très rapidement. Les souris sélectionnées réussissent également mieux le test du labyrinthe.

On peut étudier l'environnement social en mettant les nichées en nourrice chez des femelles étrangères. On constate que le sou-riceau donne généralement un adulte dont les aptitudes à l'apprentissage correspondent à celles des vrais parents. Par contre, les caractères d'émotivité sont influencés par la mise en nourrice c'est-à-dire que la souris élevée par une mère étrangère sera toujours plus émotive que celle élevée par une mère naturelle (même si la mère adoptive est moins émotive génétiquement).

L'aptitude à apprendre dépend selon ELENIS, MOURAVIEFF et HEUTS de l'âge des parents et de la mère en particulier. Si l'on sélectionne une lignée bradygénique, obtenue à partir de mères de plus de 12 mois, et une lignée tachygénique, obtenue à partir de mères de moins de 3 mois, l'on obtient des individus qui feront moins d'erreurs et seront plus rapides dans l'épreuve du labyrinthe s'ils sont issus des mères plus âgées.

SMART (1970) a montré que les hybrides de souris réalisaient de meilleures performances que les lignées pures dans le conditionnement renforcé de la cage de SKINNER. Cette observation confirme

celle de BRUEL qui avait montré que certains caractères du comportement présentaient le phénomène d'hétérosis en liaison avec leur valeur adaptative (comportement d'exploration, comportement de fuite, etc...).

Chez les oiseaux nidifuges, comme les canards, les oies, les poules d'eau, les jeunes présentent une réaction d'orientation et de fuite vis-à-vis du premier objet animé auquel ils sont exposés peu après leur naissance. La période sensible ou critique qui permet le lien familial est très courte et varie selon les espèces. Chez le Colvert cette période critique se situe entre la 5^e et la 22^e heure après l'éclosion avec un maximum de sensibilité entre la 13^e et la 16^e heure. L'empreinte apparaît comme un caractère de nécessité chez les oiseaux nidifuges ; la période critique par exemple est plus précoce chez la poule d'eau que chez la foulque dont le jeune quitte le nid plus tard. HESS a montré que l'aptitude à l'empreinte était hautement héréditaire chez le canard.

Le phénomène d'empreinte semble lié chez certaines espèces d'oiseaux et de mammifères au comportement sexuel. L'empreinte peut être olfactive. La souris, le cobaye et le rat exposés à certaines odeurs dans les premiers jours de leur vie préfèrent plus tard des partenaires marqués par cette odeur (benzoate d'éthyl, acétophénol).

Les relations sociales interspécifiques sont également déterminées par de nombreux types de comportements qui interfèrent au niveau des communautés par des relations de compétition, de prédation, de parasitisme, de mutualisme, de communalisme, etc... Ces situations extrêmement variées, dont la terminologie n'est même pas établie, se sont développées dans certains cas de façon spectaculaire vers le parasitisme et la symbiose. Nous envisageons ici 2 ou 3 cas de parasitisme dont l'origine doit être recherchée dans le commensalisme. Une relation intéressante entre la génétique et le comportement parasite est celle du coucou. Les femelles appartiennent à différents « écotypes » caractérisés par des œufs mimant ceux des divers passereaux parasites. La couleur de la coquille serait déterminée par le génotype de la mère hétérogamétique (ZW). Deux hypothèses se présentent : ou bien le caractère est lié au chromosome W caractéristique de la femelle (WYNNE-EDWARDS, 1933) ou bien au chromosome Z en provenance du père.

L'hypothèse du caractère lié à W semble plus séduisante car nous aurions dans ce cas une hérédité maternelle (PUNETTE, 1933). La perpétuation et l'efficacité de l'œuf mimétique seraient assurées au cours des générations suivantes par l'empreinte du nid parasite (à l'éclosion la jeune femelle pourrait subir l'empreinte du nid, du plu-

mage et du chant de l'espèce parasitée et par conséquent revenir pondre chez la même espèce) (1).

Le monde des insectes présente des cas également exceptionnels de parasitisme. Nous citerons le cas des Staphylinins myrmécophiles et termitophiles (coléoptères à élytres courts).

Beaucoup de ces Staphylinins sont devenus des inquilins plus ou moins stricts des insectes sociaux. Les hôtes supportent les envahisseurs avec énormément de patience ; ils les nourrissent et élèvent même leurs larves. Les stades d'exploitation de la part des staphylinins correspondent aux degrés de tolérance ou d'adoption de la part des fourmis. L'avantage retiré au début par les espèces de Staphylinins, qui se contentaient de voler de la nourriture le long des pistes ou à l'entrée du nid des espèces tolérantes (cleptoparasitisme), a déterminé une sélection en faveur des mutations favorisant soit le commensalisme, soit le parasitisme, soit même la symbiose. Un des exemples les plus spectaculaires est celui de *Atemeles pubicollis* dont la larve sécrète une imitation de phéromone qui déclenche le comportement de garderie et d'élevage des larves chez les fourmis. En se redressant au contact de la fourmi qui vient la lécher, elle détermine une dégurgitation de nourriture. L'imago est caractérisé par trois groupes de glandes dont deux interviennent dans les communications avec les fourmis. Les glandes « d'apaisement » sont situées sur le pygidium que le staphylin présente à la fourmi en surélevant l'extrémité de son abdomen après l'avoir sollicitée à l'aide des antennes. Ces sécrétions suppriment l'agressivité de la fourmi. La fourmi apaisée lèche ensuite les glandes situées latéralement sur les premiers tergites abdominaux, après quoi elle transporte son inquilin dans la chambre contenant le couvain. La sécrétion des glandes d'alarme situées sur le 5^e tergite abdominal que l'on peut extraire facilement de son réservoir, déclenche chez toutes les espèces de fourmis testées par Hölldobler (1959) un comportement d'effroi correspondant assez souvent à une réaction d'alarme. *Atemeles pubicollis* quitte la fourmillère à Formica pour prendre ses quartiers d'hiver dans un nid de *Myrmica* où il est attiré par l'odeur spécifique des nids (il choisit de préférence les nids de *Myrmica* à ceux de *Tetramorium* et *Solenopsis*). Entre le cas extrême d'*Atemeles* et de ceux qui se contentent de pratiquer « le vol à la tire », il existe

(1) Ce phénomène est également connu chez les Viduinés parasites des Estreldinés. Les futures femelles pourront reconnaître l'espèce parasitée et les cris. Les futurs mâles pourront participer à l'excitation de la conjointe.

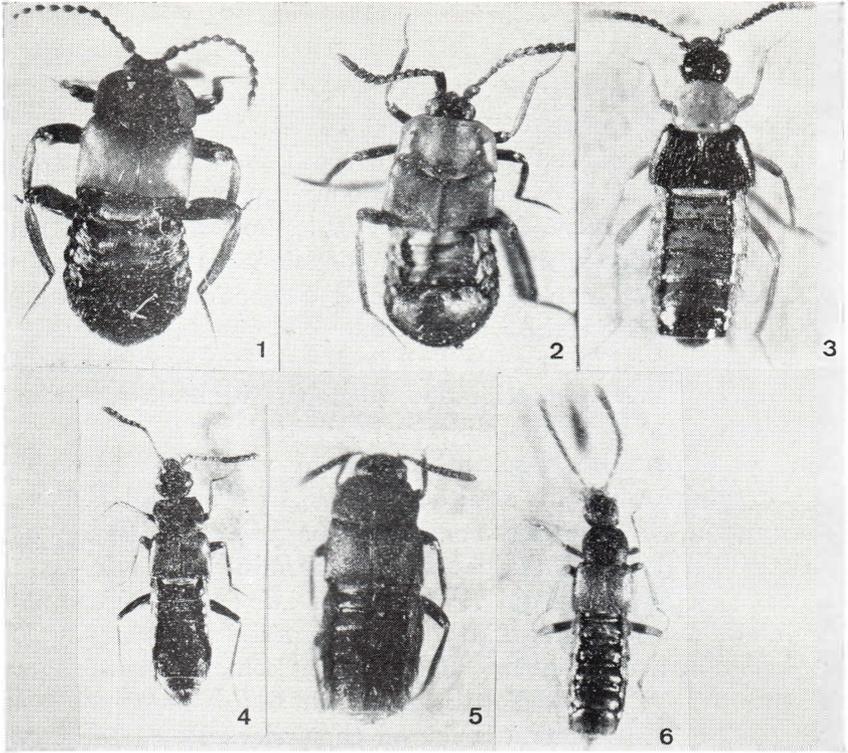


PHOTO 1. — *Lomechusa strumosa* : 5,5 à 6,5 mm, brun rouge, myrmécobie avec *Formica sanguinea* et *Formica rufa*. Grâce aux glandes d'adoption les larves sont nourries par les fourmis.

PHOTO 2. — *Atemeles paradoxus* : 3,5-4,5 mm, plus ou moins myrmécobie avec *Myrmica rubra* et *Formica fusca*.

PHOTO 3. — *Zyras collaris* : 4-4,5 mm, tête et élytres noirs, thorax et abdomen rougeâtres, synechtre ou cleptoparasite, se rencontre avec *Lasius fuliginosus*, *Formica rufa* et *Myrmica rubra*.

PHOTO 4. — *Myrmedonia funesta* : 4,5-5 mm, synechtre ou cleptoparasite, se rencontre dans les nids de *Lasius fuliginosus*.

PHOTO 5. — *Thiasophila canaliculata* : myrmécophile c. à d. toléré par les fourmis dans les chambres périphériques.

PHOTO 6. — *Ilyobates nigricollis* : myrmécophile.

toute une série de parasites plus ou moins évolués comme les myrmécophiles qui sont tolérés dans les chambres périphériques. *Dinarda*, par exemple, ne présente que des glandes d'apaisement. On peut donc distinguer 3 types évolutifs :

1° Les plus primitifs qui sont cleptoparasites comme *Zyras collaris* et *Myrmedonia funesta*.

2° Les myrmécophiles qui sont tolérés comme les *Dinarda*, *Thiasophila canaliculata* et *Ilyobates nigricollis*.

3° Les myrmécobies évolués avec glandes d'apaisement et d'adaptation comme les *Atemeles*, *Lomechusa* (*L. strumosa*) et *Xenodusa*.

La termitophilie est apparue plusieurs fois de façon indépendante chez les staphylin. Les relations qui se sont établies entre les termitophiles et les hôtes sont très variées mais néanmoins très souvent liées à des modifications du système glandulaire (comme chez les myrmécophiles) à en juger par le parallélisme étroit entre le degré d'intégration dans la termitière et le degré d'évolution du système glandulaire (PASTEELS, 1969).

L'évolution des structures par réduction et développement de certains organes peut conduire à un mimétisme parfait. Les *Eburnolia* peuvent avoir la taille des plus petites larves de *Nasutitermes* et les parasitent en les mordant au niveau des pleurites pour en sucer l'hémolymphe ; ils sont transportés par les ouvriers. Dans les genres *Termitella* et *Thyreoxenus* l'abdomen a tendance à se recourber et à ressembler à un abdomen de termite. Chez *Termitomimus* l'abdomen blanc renflé et recourbé est de la taille d'un ouvrier pour atteindre chez *Coatonachtodes* un stade parfait de mimétisme grâce à la présence de trois paires d'appendices dont l'ensemble simule parfaitement la larve du termite (comm. PASTEELS).

4. Conclusions

L'examen trop rapide de ces quelques exemples nous a montré que les différences individuelles et raciales du comportement peuvent être considérablement amplifiées par un milieu qui évolue vers une plus grande complexité. Les différences interspécifiques sont normalement plus accusées à cause de l'isolement. L'étude d'une part des lignées pures et d'autre part des hybrides interspécifiques nous permet d'analyser quelques processus de comportement. Ce dernier peut être déterminé soit par une anatomo-physiologie soit par une structure neurologique. La variabilité de ces structures implique la possibilité de spéciation ou d'isolement par l'exploitation de plus en plus spécialisée d'un milieu complexe. Cette adaptation suppose donc une évolution relativement lente du comportement et des mécanismes indispensables à ce dernier. Il semble bien que c'est le comportement qui crée les nouvelles situations conduisant à l'évolution (la fonction crée l'organe) par sélection de caractères favorables.

Les hybrides interspécifiques peuvent présenter des combinaisons, dissociations et inversions des éléments du comportement. De plus l'hybride présente souvent une maturation retardée qui combine souvent de façon peu cohérente les caractères des deux parents pour finalement ne garder que les éléments les plus efficaces.

Selon W. VON DE WALL (1968), on peut voir apparaître de nouvelles caractéristiques qui avaient disparu chez les parents. Selon le même auteur un comportement qui n'a jamais été observé, même au cours d'une longue période, ne peut pas être considéré avec certitude comme manquant.

Malgré l'influence considérable du milieu la génétique du comportement peut apporter une contribution importante à la génétique écologique qui étudie l'évolution des populations. En particulier l'orthogénèse s'explique plus facilement à partir de l'évolution éthologique nécessitant des structures toujours plus spécialisées.

BIBLIOGRAPHIE

- AMOORE, J. E. : Olfactory genetics and anosmia, *Handbook of sensory physiology*, vol. IV. Chemical senses, Part 1 : Olfaction. Springer-Verlag, Berlin (1971).
- ARNOLD, G. and HILL, J. : Chemical factors affecting selection of food plants by ruminants, *Phytochemical ecology*, ed. by J. B. Harborne, pp. 71-101 (1972).
- BARKER, Studies of selective mating using the yellow mutant of *Drosophila melanogaster*, *Genetics*, **47**, pp. 623-40 (1962).
- BARNETT, S. A. : The nature and significance of exploratory behaviour, *Royal Physical society of Edinburgh*, XXVII, I, pp. 41-45 (1958).
- BARNETT, S. A. et SCOTT S. G. : Behavioural « vigour » in inbred and hybrid mice, *Animal behaviour*, XII, 2-3, pp. 325-337 (1964).
- BASTOCK, M. : A gene mutation which changes a behaviour pattern, *Evolution*, **10**, pp. 421-39 (1956).
- BASTOCK, M. : A gene mutation which changes a behaviour pattern, *Evolution*, X, 4, pp. 421-441 (1956).
- BATERMAN, A. J. : Analysis of data on sexual isolation, *Evolution*, **3**, 2, pp. 174-171 (1949).
- BATE-SMITH, E. C. : Attractants and repellents in higher animals, *Phytochemical ecology*, ed. by J. B. Harborne, Ac. Press, pp. 45-56 (1972).
- BENNET-CLARK, H. C. and EWING, A. W. : Stimuli provided by courtship of male *Drosophila melanogaster*, *Nature*, **215**, 5101, pp. 669-671 (August 5, 1967).
- BENNET-CLARK, H. C. et EWING, A. W. : The Wing mechanism involved in the courtship of *Drosophila*, *The Journal of experimental biology*, **49**, 1, pp. 117-128 (Aug. 1968).
- BIRCH, L. C. : Selection in *Drosophila pseudoobscura* in relation to crowding, *Evolution*, IX, 4, p. 389 (1955).

- BOOK, Genetic aspects of schizophrenic psychoses, *Proc. tenth intern. genet.*, **1**, 81-88 (1959).
- BRINDLEY and PRIOR, Effects of age on taste discrimination in the Bobwhite Quail (Caille) *Colinus virginianus*, *Anim. behaviour*, **16**, 304-307 (1968).
- BRNCIC D. and KOREF-SANTIBANEZ, S. : Mating activity of homo- and heterokaryotypes in *Drosophila pavani*, *Genetics*, **49**, pp. 585-91 (1964).
- BROADHURST, P. L. and JINKS, J. L. : Biometrical genetics and behaviour : reanalysis of published data, *Psychol. Bulletin*, **58**, pp. 337-62 (1961).
- BROADHURST, P. L. and JINKS, J. L. : The inheritance of mammalian behaviour re-examined, *J. Hered.*, **54**, pp. 170-6 (1963).
- BROADHURST, P. L. : The hereditary base for the action of drugs on animal behaviour *Ciba foundation symp. on « animal behaviour and drug action »*, pp. 224-37, (1967).
- BROWER, L. P. RYERSON, W. N. COPPINGER L. L. et GLAZIER, S. C. : Ecological chemistry and the palatability spectrum, *Science*, **161**, 3848, pp. 1349-1350 (1968).
- BROWER, L. P. : Ecological chemistry, *Scientific american*, **220**, 2, pp. 22-29 (1969).
- BRUELL, J. H. : Inheritance of behavioural and physiological characters of mice and the problem of heterosis, *American Zoologist*, **4** : 125-138 (1964).
- CASPARI, Ernst. : Refresher course on behaviour genetics : synthesis and outlook, *American Zoologist*, **4** : 169-172 (1964).
- CHERRETT, J. Chemical aspects of plant attack by leaf-cutting ants, *Phytochemical ecology*, ed. by Harborne, Ac. Press, pp. 13-24 (1972).
- CLEARN, M. : Behavioural genetics, *Proc. XII intern. congr. genetics*, **3**, 419-430 (1969).
- COLLIAS, N. E. : The evolution of nests and nest-building in birds, *Amer. Zoologist*, **4** : 175-190 (1964).
- CRAIG, J. V., ORTMAN, L. L. et GUHL, A. M. : Genetic selection for social ability dominance in chickens, *Animal behaviour*, XIII, n. 1, pp. 114-131, (1965).
- DILGER, W. C. ; The behavior of lovebirds, *Scientific american*, pp. 45-52, (January 1962).
- DILGER, W. C. : The interaction between genetic and experimental influences in the development of species-typical behaviour, *American Zoologist*, **4**, 155-160 (1964).
- EHRlich, P. and RAVEN, P. : Butterflies and plants, *Scientific American*, **216**, 6, pp. 104-114 (1967).
- EHRMAN, Lee : Courtship and mating behaviour as a reproductive isolating mechanism in *Drosophila*, *American Zoologist*, **4**, 147-153 (1964).
- EHRMAN, Lee : Mating success and genotype frequency in *Drosophila*, *Animal behaviour*, **14**, 2-3, pp. 332-339 (1966).
- ELENS, A. A. MOURAVIEFF A. N. and HEUTS, M. J. : The age of reproduction as a factor of transmissible divergences in learning ability in the mouse, *Experimentia*, **22**, 186, pp. 1-5 (1966).
- EWING, A. : The influence of wing area on the courtship behaviour of *Drosophila melanogaster*, *Animal behaviour*, XII, 2-3, pp. 316-320 (1964).
- EWING, A. W. et BENNET-CLARK, H. C. : The courtship songs of *Drosophila*, *Behaviour*, **31**, 2 et 3, pp. 288-302 (1968).

- FLORKIN, M. : Approches moléculaires de l'intégration écologique. Problèmes de terminologie, *Bull. acad. r. belg. (Cl. des Sc.)*, 5^e sér., t. LI, 3, pp. 239-256 (1965).
- FULLER J. L. and SCOTT, J. P. : Heredity and learning ability in infra-human mammals, *Eugenics quart.* **1** : 28-43 (1954).
- HAMILTON J. B., WALTER R. O., DANIEL R. M. et MESTLER, G. E. : Competition for mating between ordinary and supermale japanese medaka fish, *Anim. behav.*, **17**, 168-176 (1969).
- HARRIS, The food of some larus gulls, *Ibis*, **107**, 43-53 (1965).
- HIRSCH, J. Breeding analysis of natural units in behaviour genetics, *American Zoologist*, **4** : 139-145 (1964).
- HÖLLDOBLER, B. : Zur Physiologie der Gast-Wirt-Beziehungen (Myrmecophilie) bei Ameisen. II. Das Gastverhältnis des Imaginalen *Atemeles pubicollis*, *Z. Vergl. Physiologie*, **66**, 215-250 (1970).
- HOLT. On the foraging activity of the wood ant (*Formica rufa* L.). *The advancement of science*, **X**, 37, pp. 21-23 (1953).
- HOWARD, MARSCH, COLE. Food detection by deer mice using olfactory rather than visual cues, *Anim. behav.*, **16**, pp. 13-17 (1968).
- JONES, D. Cyanogenetics glycosides and their function, *Phytochemical ecology*, ed. by Hardborne, pp. 103-122, Academic press (1972).
- JONES et ROTHENBUHLER, W.C. Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. D. Responses of two inbred lines to various amounts of cyanide killed brood, *Animal behaviour*, **XII**, 4, pp. 584-588 (1964).
- KALMUS, H. : Genetics of taste, *Handbook of sensory physiology-chemical*. Vol. IV, Chemical senses, Part 2 : Taste. Springer-Verlag, Berlin (1971).
- W. D. KAPLAN et W. E., Trout III, The behaviour of four neurological mutants of *Drosophila*, *Genetics* **61** : 399-409 (1969).
- LEHRMAN, D. S. : A critique of Konrad Lorenz theory of instinctive behaviour, *Quart. rev. biol.* **28** : 337-363 (1953).
- LEHRMAN, D. S. : The physiological basis of parental feeding behavior in the ring dove (*Streptopelia risoria*), *Behaviour* **7** : 241-286 (1955).
- LEHRMAN, D. S. : Interaction of hormonal and experiential influences on development of behaviour, ed. by BLISS *Roots of behaviour*, pp.142-156, Harper et Bros (1962).
- LEHRMAN, D. S. : Varieties of learning and memory in animals, ed. by SCHMITT *Macromolecular specificity and biological memory*, Mit Press, Cambridge, pp. 108-110 (1962).
- LEVINE, S. Sex differences in the brain, *Scientific american*, April, 1966.
- LEVINE, S. Genetic relationships, choice models, and sucrose preference behaviour in mice, *Nature*, **215**, n° 5101, pp. 668-69 (1967).
- NEFF and MEANLY. Blackbirds and the arkansas rice crop, *Arkans. Agric. exp. sta. bull.* **584**, 89 p., 1957.
- OHNO, S. : Evolution by duplication of genes. Springer-Verlag, Berlin (1970).
- NIELSEN E. T. and DREISIG. The behaviour of stridulation in *Orthoptera ensifera*, *Ensifera, Behaviour*, **XXXVII**, 3-4, pp. 205-252, 1970.
- OMENN G. et MOTULSKY, A. A biochemical and genetic approach to alcoholism, *Nature and nurture in alcoholism. Annals of the New York academy of sciences*, Vol. 197, pp. 16-23 (1972).
- PARSONS, P. A. L'analyse génétique du comportement, traduction Barloy. Dunod (1970).

- PASTEELS, J. Polyéthisme chez les ouvriers de nasuternes *Lujae* lors de l'établissement d'une piste de récolte (isoptères, termitodhe), *Comptes rendus du V^e congrès de l'union inter. pour l'étude des insectes sociaux*, pp. 151-157 (1965).
- PASTEELS, J. Le système glandulaire tégumentaire des *Aleocharinae Staphylinidae* et son évolution chez les espèces termitophiles du genre *Termitelia*, *Archives de biologie*, **79**, 3, pp. 382-467 (1968).
- PASTEELS, J. Les glandes tégumentaires des staphylins termitophiles, *Insectes sociaux bull. union int. et ins. soc.*, **XV**, 4, pp. 337-358 (1968).
- PASTEELS, J. : Les glandes tégumentaires des staphylins termitophiles, *Insectes sociaux, bull. union int. et ins. soc.*, **XVI**, 1, pp. 1-26 (1969).
- PASTEELS, J. : Polyéthisme chez les ouvriers de Nasuternes *Lujae termitidae* Isoptères, *Biologia gabonica*, T.I.F.
- PETIT, C. : Le déterminisme génétique et psychophysiologique de la compétition sexuelle chez *Drosophila melanogaster*, *Bull. biol. fr. belg.*, **92**, 1-329 (1958).
- PUNNET, R. C. : Inheritance of egg-colour in the « parasitic » cuckoos, *Nature*, **132**, 3345, p. 892 (1933).
- RABINOWITCH, V. E. The role of experience in the development of food preferences in gull chicks, *Animal behaviour*, **16**, 4, pp. 425-428, (1968).
- RAVELING, D. : Dominance relationships and agonistic behaviour of Canada geese in winter, *Behaviour*, **XXXVII**, 3-4, pp. 291-319, (1970).
- ROHAN, The chemistry of flavour, *Phytochemical ecology*, ed. by Harborne, Al. press, pp. 57-69, (1972).
- ROTHENBUHLER, W. C. : Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. Responses of four inbred lines to disease killed brood, *Animal Behaviour*, **XII**, 4, pp. 578-583 (1964).
- ROTHSCHILD, M. Some observations on the relationship between plants, toxic insects and birds, *Phytochemical ecology*, ed. by J. B. Harborne, Ac. Press, pp. 1-10 (1972).
- ROZEBOOM L. E. and WILLIAMSON, F. S. : Biology of populations, p. 206-220 ed. by Sladen et Bang, Am. Elsevier publ. comp. inc. 1969,
- RUWET, J. C. Éthologie : biologie du comportement, Dessart (1969).
- SCOTT, J. P. : Genetics and the development of social behaviour in mammals am. *J. Orthopsychiatry*, **32**, pp. 878-893 (1962).
- SCOTT, J. P. The process of primary socialization in canine and human infants, *Monog. soc. res. child development* **28** (1), 1-47, (1963).
- SCOTT, J. P. Principles of ontogeny of behaviour patterns, Proc. 16th. intern. congress of zoology, Washington, 4, 363-366 (1963).
- SCOTT, J. P. Genetics and the development of social behaviour in dogs, *American Zoologist*, **4**, 1, pp. 161-68. 1964,
- SHOREY H. H. and BARTELL, R. J. Role of a volatile female sex pheromone in stimulating male courtship behaviour in *Drosophila melanogaster*, *Anim. Behav.* **18**, 159-164, 1970.
- SEIXAS F., OMENN, G. BURK E., EGGLESTON, S. Nature and nurture in alcoholism, *Annals of the New York academy of sciences*, vol. 197, 1972.
- SMART, J. L. : Trial and error behaviour of inbred and F1 hybrid mice, *Anim. behav.* **18**, 445-453 (1970).
- TINBERGEN, L. : The natural control of insects in pine woods I factors influen-

- cing the intensity of predation by songbirds, *Arch. néerl. zool.*, **13**, 265-343 (1960).
- VAN EMDEN, H. F. Aphids as phytochemists, *Phytochemical ecology*, ed. by Harborne, ac. press, pp. 25-43 (1972).
- VAN OORTMERSSEN, G. A. Biological significance, genetics and evolutionary origin of variability in behaviour within and between inbred strains of mice, *Behaviour*, XXXVIII, 1-2, pp. 1-92 (1971).
- VON DE WALL, W. Le comportement de canards hybrides, *Ann. soc. r. zool. belg.*, **98**, 125-137 (1968).
- WALTER and HAMILTON. Supermales YY sex chromosomes and androgen-treated XY males : competition for mating with female killifish *Oryzias latipes*, *Anim. behav.* **18**, 128-131 (1970).
- WARBURG, M. R. : The response of isopods towards temperature, humidity and light, *Animal behaviour*, XII, 1, 175-186 (1964).
- WHITNEY G., McCLEARN G. and DEFRIES, J. Heritability of alcohol preference in laboratory mice and rats, *The journal of heredity*, **61**, 4, pp. 165-170 (1970).
- WYNNE-EDWARDS, V. C. : Inheritance of egg-colour in the parasitic cuckoos, *Nature*, **132**, 3343, p. 822 (1933).
-

ERRATA

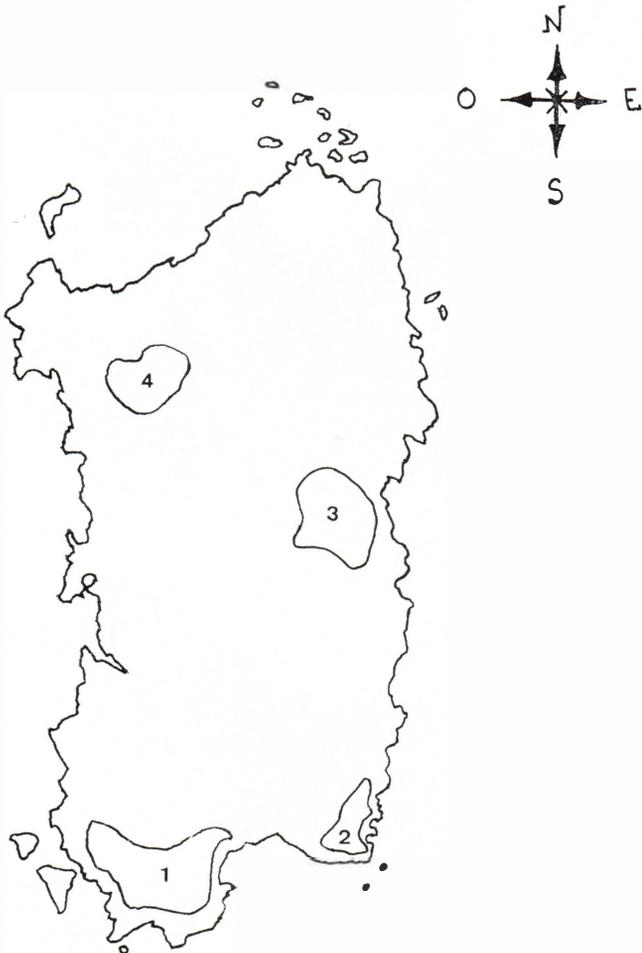
- M. G. PARENT nous demande d'insérer les lignes suivantes, se rapportant à son article publié dans le bulletin d'avril 1973 (volume 54) :
- p. 160, lignes 18 et 19, lire : (TORTONESE 1953, CAPOCACCIA *et alii*, 1969).
- p. 161 ajouter : TORTONESE, E., 1953. — Spigolature di erpetologia pedemontana. *Natura (Milano)*, **44**, 1-2 : 24-34, carte.
- p. 161, ligne 26, lire : Batraciens.

Randonnées entomologiques en Sardaigne

par M. DEVARENNE

J'ai séjourné à deux reprises dans la grande île méditerranéenne ; une première fois au mois d'avril et une seconde fois en juillet 1971.

En avril, les mauvaises conditions météorologiques me firent renoncer à toutes observations nocturnes. Le soir, il faisait à peu près 10° ; cela n'est pas grave, mais en plus il y avait un vent ter-



Carte de la Sardaigne avec les régions prospectées :

- 1) Massif Iglesias, 0 à 1000 mètres d'altitude, province de Cagliari.
- 2) Monte de Sette Fratelli, 1000 mètres d'altitude, province de Cagliari.
- 3) Monte del Gennargentu, 1000 à 1870 mètres d'altitude, province de Nuoro.
- 4) Environs de Sassari, 0 à 150 mètres d'altitude, province de Sassari.

rible et il pleuvait. Ce temps dura trois semaines. Voilà qui consolera peut-être les lépidoptéristes également malchanceux et qui prouve bien que le printemps 1971 fut désastreux même dans les régions les plus privilégiées.

Les observations de jour étaient pauvres. C'est bien souvent entre deux averses que je manipulais le filet. Certains lépidoptères qui d'ordinaire volent déjà début mars commençaient à apparaître. Ce fut le cas d'*Euchloe ausonia insularis* Stg. (Pieridae) et *Lasiommata paramegaera* Hbn. (Satyridae).

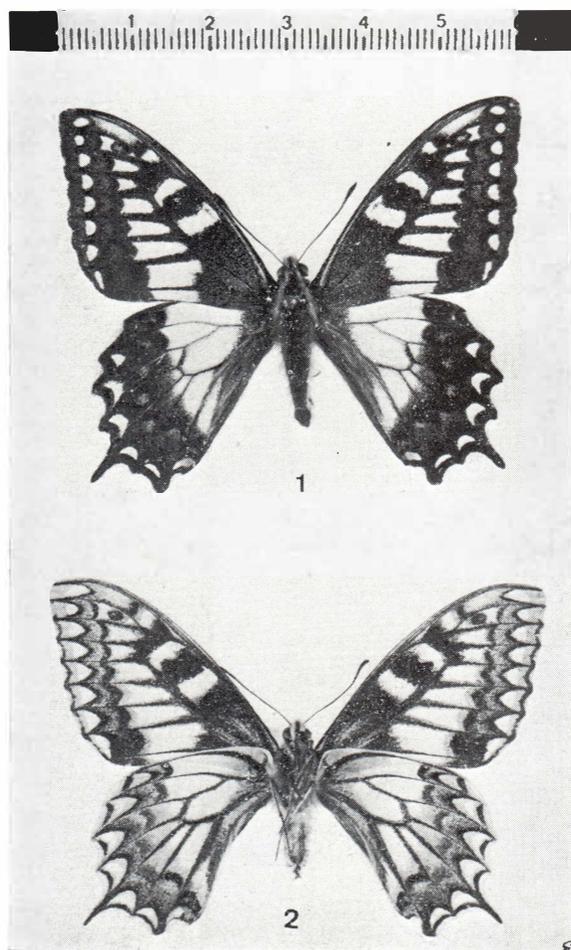


FIGURE 1.

- 1) *Popilio hospiton* GENÉ (Lep. Papilionidae)
Recto ♂, Chia, Cagliari, 29.III.1970.
Van Cappellen leg., in Coll. Devarenne.
- 2) Verso ♀, Villasimius, Cagliari, 17.IV.1971.
Devarenne leg.

La zone prospectée se trouve au sud-ouest de Cagliari : la bande côtière entre la presqu'île de St Antiocho, région aux nombreuses cultures, et Pula - Sarroch où se trouvent d'importantes industries pétrolières ; St-Margarita-di-Pula, Teulada et Domus-de-Maria sont à mon avis les localités les plus intéressantes. A quelques kilomètres au nord, une petite chaîne de montagnes comprend le pic Maxia (1017 m d'altitude) et le Mont Nieddu (1041 m d'altitude).

Dès mon arrivée le 4 avril, je rejoignis Teulada, village situé à 3 km de la mer. Une fois installé, il restait à faire la connaissance des biotopes voisins. Le retard de la végétation était grand, un mois de mars anormalement frais en étant sans aucun doute la cause. En plaine, on rencontre les citronniers et les orangers, quelques potagers, très peu de vignobles.

C'est dans la friche abritée du vent que je fis mes observations. Les asphodèles formaient de véritables tapis mauves ; çà et là surgissait la splendide fêrule. Il n'est pas rare de rencontrer dans la région des plantations massives d'eucalyptus.

Je remercie particulièrement M. et M^m^e VAN CAPPELLEN qui ont bien voulu faciliter mes excursions en me conduisant aux abords des biotopes intéressants.

Lépidoptères rencontrés du 4 au 15 avril :

Papilio hospiton GÉNÉ — 2 observations à Domus-de-Maria, 1 observation à Teulada. Il se rencontre le plus souvent autour des fêrules, sa plante nourricière. Contrairement aux autres *Papilio*, son vol est lourd.

Euchloe ausonia insularis STG. — était l'espèce la plus commune se rencontrant partout.

Colias croceus FOURCF. — 3 ♂♂ et 1 ♀ f. *helice* à Porto Teulada.

Gonepteryx rhamni transiens VRTY. — les exemplaires étaient frottés.

G. cleopatra europæus VRTY. — idem.

Pararge aegeria sardoa VRTY. — se rencontre en sous-bois.

Lasiommata paramagaera HBN. — 1 ♂ à Porto Teulada, 3 ♀♀ à Domus-de-Maria.

Vanessa atalanta L. — 1 ♂ à Teulada.

Nymphalis polychloros L. — 3 ♀♀ à Chia.

Lycaena phlaeas aestivus Z. — 1^{er} gén. : 1 ♂ à Teulada, 1 ♀ à Chia.

Celastrina argiolus L. — commun autour des arbustes dans toute la région.

Callophris rubi intermedia TUTT. — quelques captures à Chia et St.-Margarita-di-Pula.

Les chenilles de *Lasiocampa trifolii* L. n'étaient pas rares.

Le soir quand la température me le permettait, j'allais prospecter aux lampes d'éclairage public. Cela me permit d'observer : *Saturnia pyri* SCHIFF. — 2 ♂♂ de petite taille (10 cm d'envergure), *Cucullia chamomillae* SCHIFF. — les premiers exemplaires. En outre, quel-

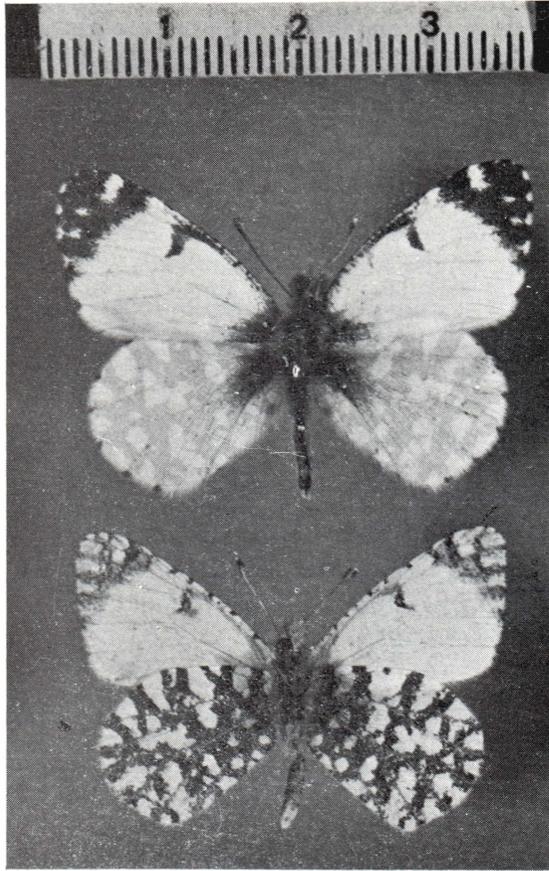


FIG. 2. — *Euchloë ausonia insularis* STGR. (Lep. Pieridae). ♂, recto et verso, Teulada, Cagliari, 11.IV.1971.

ques microlépidoptères, *Nomophila noctuella* SCHIFF., *Eimnia terminella* HBN., étaient bien représentés.

Du 16 au 29, je visitai la région sud-est de l'île, le contrefort du Monte de Sette Fratelli : entre Villasimius et Muravera le paysage est assez différent, la végétation est plus luxuriante, on y rencontre de grandes cultures de mimosa. La température est plus douce qu'à Teulada, le vent est moins puissant et la végétation a un mois d'avance sur le sud-ouest.

Les pentes du Sette Fratelli sont le plus souvent formées d'éboulis, ce qui rend les observations difficiles.

Lépidoptères rencontrés :

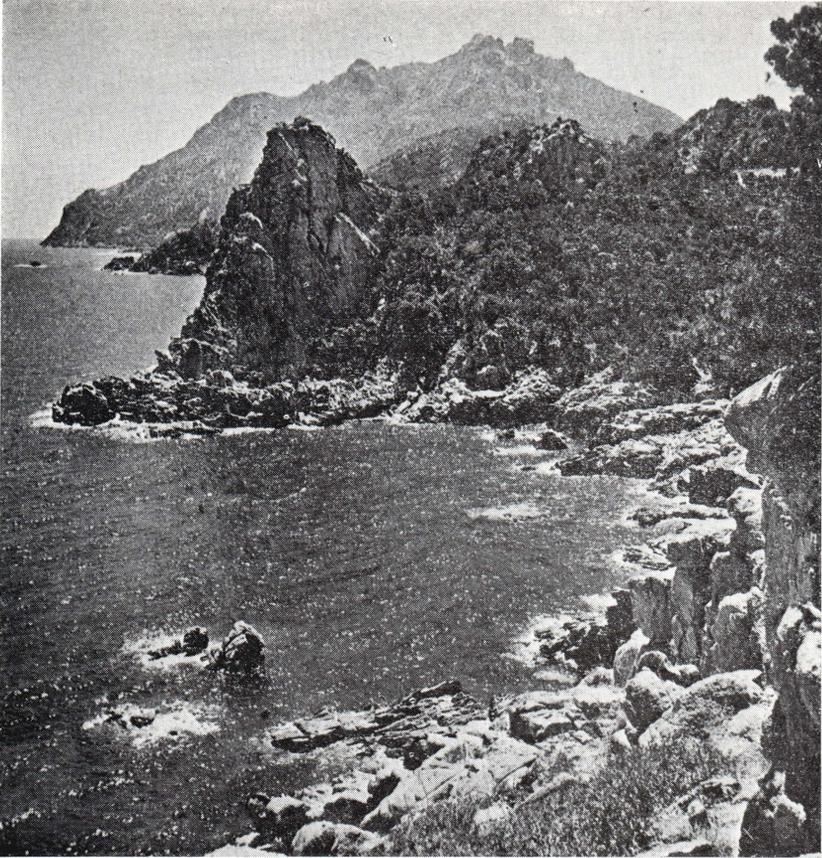


FIG. 3. — Zone côtière du sud-est entre Villasimius et Muravera.

Papilio hospiton GÉNÉ. — 1 ♀ à Villasimius, observée à quelques mètres de la plage.

P. machaon L. — 1 ♂ à Anuziata.

Euchloë ausonia insularis STG. — commun partout.

Coenonympha pamphilus lylus ESP. — se rencontre dans les prairies humides à Muravera.

Polyommatus icarus flavocincta R.B. — commun partout.

Aricia agestis L. — assez rare.

Et un Hétérocère volant de jour : *Macroglossum stellatarum* L. — commun dans toutes les friches.

Une seconde excursion en Sardaigne au mois de juillet me donna l'occasion de prospecter la province de Nuoro et plus particulièrement le Mont Gennargentu avec le plus haut sommet de l'île : le pic Paulinu (1792 m d'altitude.)

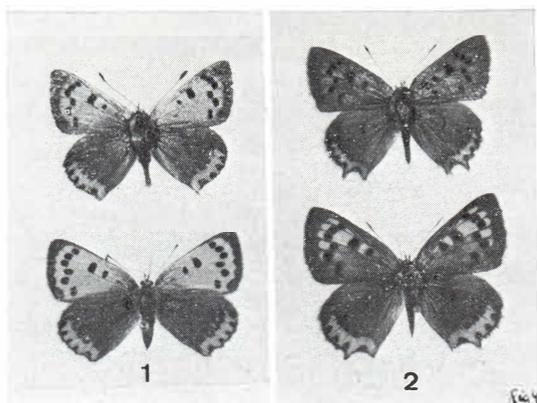


FIG. 4.

- 1) ♂ et ♀ de *Lycaena phlaeas aestivus* ZELLER gen. *vernalis* Teulada, le 11.IV.1971.
 2) ♂ et ♀ de *Lycaena phlaeas aestivus* ZELLER, gen. *aestivalis* Sta Margherita di Pula, le 17.VIII.1971. Coll. Devarenne M.

J'ai surtout visité les localités de Fonni, 1000 m, Desulo, très beau village où les habitants sont en costume local, Tonara, Aritzo et son parc naturel où vivent protégées plusieurs espèces représentatives de la faune, le mouflon et le gypaète barbu, l'un des plus grands rapaces diurnes d'Europe. La zone de Gennargentu est plantée en grande partie de chataigniers et de chênes-liège. Force nous est de dire que 80 % de la faune des lépidoptères de l'île se rencontrent au Gennargentu ; il y avait encore quelques fêrules fraîches sur lesquelles je recherchais des chenilles de *P. hospiton*, mais en vain.

Lépidoptères rencontrés du 11 au 18 juillet :

Papilio machaon L. — 3 ♂♂ à Aritzo.

Colias croceus FOURER.

Leptidea sinapis L. — est commun à Aritzo. Les exemplaires sont de grande taille.

Coenonympha corinna HBN. — 2 observations à Desulo.

Maniola jurtina hispula ESP. — commun partout.

M. nurag G. — est l'espèce la plus intéressante rencontrée en Sardaigne ; elle est localisée au Mont Gennargentu.

Pararge aegeria sardoa VRTY. — vole en abondance à Fonni.

Lasiommata paramegdera HBN. — la deuxième génération touche à sa fin.

Hipparchia aristaeus BON. — cette belle espèce était commune le long de la route N. 389 allant de Fonni à Nuoro ; ailleurs, elle semblait rare.

Brintesia circe teleuda FRUCHT. — se rencontrait çà et là posé sur les chênes.

Pyronia cecilia VALL. — n'est pas rare dans les champs de trèfles.

P. tithonus fulgens TRTI. — idem.

Polygona c — album L. — était répandu dans toute la région.

Vanessa cardui L. — volait par centaines.

V. atalanta L. — commun à Aritzo et Belvi.

Inachis io L. — 1 ♂ à Fonni.

Pandoriana maja cyrnea SCHAW. — était commun partout dans les lieux humides.

Argynnis paphia immaculata BELL. — 3 ♂♂ à Aritzo, 5 ♀♀ à Desulo.

Lampides boeticus L. — 1 ♂ défraîchi sur les trèfles à Fonni.

Lycaena phlaeas aestivus ZELL. — 2^e gén., les exemplaires sont de couleur sombre.

Thecla quercus L. — commun à Aritzo.

Celastrina argiolus L. — 2 ♀♀ à Belvi.

Aricia agestis calida BELL. — pullule ainsi que *Polyommatus icarus* L.

Carcharodus alceae australis ZELL. — est assez rare.

La soirée du 15, je capturai aux lampes de rue : *Celerio dahli* HBN., 2 ex.

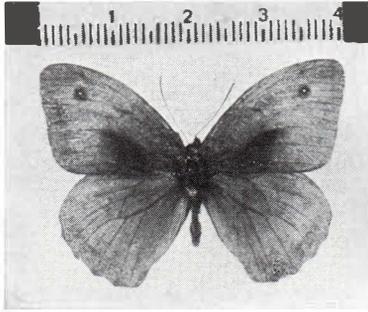


FIG. 5.

Maniola nurag GHILIANI —, ♂ (Lep. Satyridae) Fonni (Nuoro) 1000 m. 20.VII. 1971. Récolté sur les pentes du Mont Gennargentu, où il est endémique.

Mon collègue J. C. Weiss, de Marange-Silvange, a bien voulu, à ma demande, me communiquer ses observations effectuées en Sardaigne dans la région du Monte Gennargentu début juillet 1970 ; je l'en remercie chaleureusement.

Rhopalocères récoltés sur les pentes du Mont Gennargentu par J. C. WEISS :

Le 5 juillet 1970, environs de Desulo (alt. 800 à 1500 m) :

- 5 *Gonepteryx cleopatra europaeus* VRTY.
- 4 *Coenonympha corinna* HBN.
- 2 *Maniola nurag* GHILI.
- 1 *Lasiommata paramegera* HBN.
- 14 *Hipparchia aristaeus* BON.
- 1 *Fabriciana elisa* GOD.
- 1 *Libythea celtis* LAICH.
- 1 *Plebejus idas bellieri* OBTH.

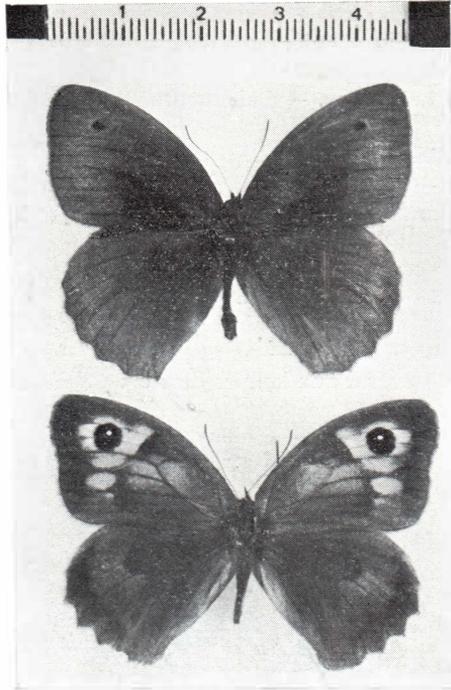


FIG. 6.

Maniola jurtina hispula ESPER, (Lep. Satyridae). ♂ ♀ Fonnì le 21.VII.1971.

- 2 *Lampides boeticus* L.
- 1 *Vanessa cardui* L.
- Vanessa urticae* ssp. *ichnusa* HB.

Hétérocère :

- 14 *Zygaena corsica* H.
- Le 6 juillet, route de Cairo à Fonnì (alt. 700 à 1000 m) :
- 1 *Papilio machaon* L.
- 3 *Coenonympha corinna* HBN.
- 7 *Maniola nurag* GHIL.
- 18 *Hipparchia aristaeus* BON.
- 2 *Pandoriana maja* SCHIFF.
- 5 *Fabriciana elisa* GOD.
- 1 *Libythea celtis* LAICH.
- 2 *Plebejus argus corsica* BELL.
- 1 *Spialia therapne* R.

Hétérocère :

- 13 *Zygaena corsica* HBN.
- Le 7 juillet, environs de Tempio Pausania (près de l'antenne de la R.A.I.)
alt. 700 à 1300 m — au Monte Limbara :
- 1 *Pontia daplidice* L.

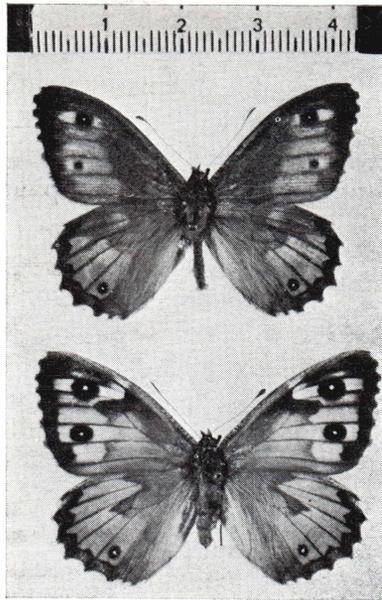


FIG. 7.

- 1) *Hipparchia aristaeus* BONELLI, ♂ (Lep. Satyridae) Nuoro, 17.VII.1971.
- 2) *H. aristaeus*, BONELLI, ♀, 17.VII.1971. Devarenne leg.

La dernière étape de mon séjour me conduisit dans la province de Sassari au nord-ouest de l'île. Profitant d'un passage à Sassari, je visitai les collections entomologiques de la faculté agronomique ; grâce aux soins du professeur PROTA, ces collections sont les plus intéressantes que l'on trouve en Sardaigne. Elles fournissent à l'amateur venu du continent un aperçu assez complet de la faune insulaire.

Lépidoptères rencontrés à Sassari du 18 au 22 juillet :

Par une chaleur accablante :

Papilio machaon L. — commun, les exemplaires sont très grands.

Pontia daplidice L. — vole en nombre dans la région de Macomer.

Lycacides idas bellieri OBTH. — 1 ♀ défraîchie à Sassari.

Carcharodus alceae australis ZELL. — commun.

Lors de notre séjour dans la province de Cagliari, notre aimable correspondant sarde E. CARBONI, nous a fait découvrir la présence d'un beau cérambycide (Coléoptera) : *Phorocantha semipunctata* FAB. ; ce xylophage a été introduit récemment en Sardaigne par les bateaux en provenance d'Australie. Il se rencontre dans les bois d'eucalyptus ; les larves occasionnent de grands dégâts. *P. semipunctata* FAB.

est localisé dans la zone côtière du golfe des anges de Cagliari à Teulada. Son élytre est de couleur brune avec des bandes transversales de couleur ocre, sa longueur peut varier entre 20 et 40 mm.

Je remercie particulièrement le docteur Carlo CONTINI de l'Institut de Zoologie de l'Université de Cagliari et M. E. CARBONI de Teulada pour leurs précieux renseignements, ainsi que mon collègue J. HELLA de Bruxelles pour les photographies illustrant notre travail.

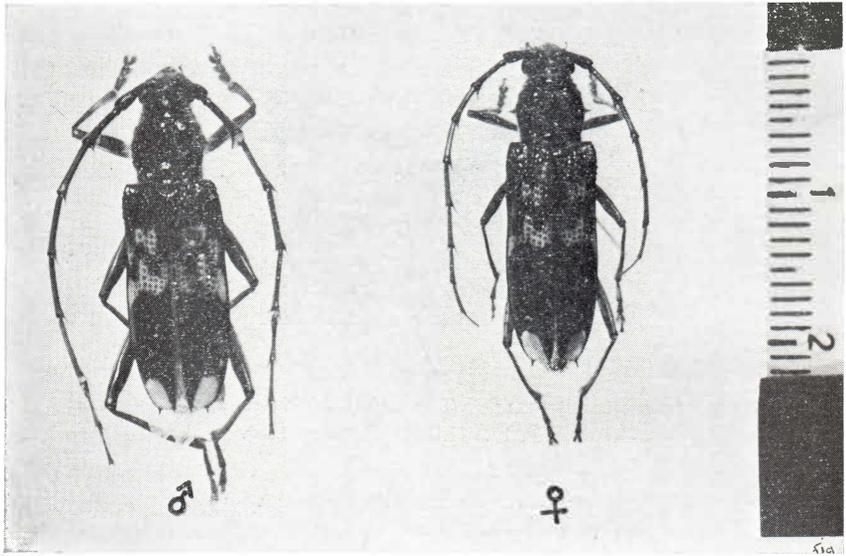


FIG. 8. — *Phorocantha semipunctata*, FABRICIUS. Récolté dans le bois d'Eucalyptus à Domus de Maria, le 13.VII.1971. Devarenne M. leg. (Col. Cerambycidae).

BIBLIOGRAPHIE

1. L. PIRAS, C. CONTINI et P. PISANO, Sulla introduzione in Europa di un cerambicide Australiano parassita di *Eucalyptus* (*Phorocantha semipunctata* Fabricius) (estratto dal *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, V. 102. N. 3-4, 20 aprile 1970).
2. E. VAN CAPPELLEN, Lépidoptères de Sardaigne (c. r. et communications du Cercle des Lépidoptéristes de Belgique, octobre et novembre 1971. *Bulletin du C.L.B.*, 1972, p. 3).



LIMINAIRE

Si le problème de l'approvisionnement en eau des pays européens se révèle étroitement lié à l'explosion économique de ces derniers en cette seconde moitié du xx^e siècle, résoudre ce problème par l'implantation de barrages apparaît en même temps, à la lumière de l'expérience acquise, comme une solution de facilité.

A moins que de rester à l'écart du vaste mouvement de conservation de la nature qui secoue l'Europe, on sait, par la voie de la presse, que le troisième projet de barrage sur la Lesse (Lesse III) vit confirmer sa réalisation par M. CALIFICE, ministre des Travaux publics, dans une déclaration publique — encore qu'elle ouvrit la porte à bien des hypothèses.

En dépit du soutien de groupes politico-financiers, de partis, de spéculateurs, de promoteurs immobiliers et d'une partie de la population qui, acceptant sans réflexion des arguments simplistes, croit son bonheur lié à la destruction de son environnement, une opposition très vive, qui se fit jour, sur place, dès l'élaboration du premier projet, et qui, depuis, n'a cessé de croître, s'inscrit en faux contre des décisions dont chaque jour qui passe accuse davantage le manque de fondement. Le Groupement d'Action de la Haute-Lesse, le professeur Paul DUVIGNEAUD et ses collaborateurs, le professeur DAMIAEN, l'Entente nationale pour la Protection de la Nature, « Ardenne et Gaume », « Inter-Environne-

ment», « Les Naturalistes de la Lesse », « Aves », « Les Naturalistes belges », s'efforcent, ensemble, d'opposer la raison à une destruction aveugle, aux conséquences irrémédiables.

L'un des premiers, le professeur DUVIGNEAUD (U.L.B.), secondé par son équipe, établit un volumineux dossier qui vint étayer l'action entreprise, en 1964 déjà, par le Groupement d'Action de la Haute-Lesse. Parallèlement, « Inter-Environnement », dès sa constitution, inscrivit Lesse III à son programme. La thèse d'« Inter-Environnement », exposée récemment dans un document largement diffusé, se résume dans les points que voici :

- La Meuse peut assurer elle-même la régularisation de son débit.
- Le soutien du débit d'étiage de la Meuse par la construction de grands barrages est la solution la plus coûteuse et la plus hasardeuse.
- Le territoire belge, pris isolément, se prête mal à une régularisation directe de la Meuse ; la France ne fait pas connaître sa position ; on n'a pas tenté de poser les bases d'une entente internationale préalable.
- De nombreux pays abandonnent le barrage pour la régularisation directe (grands réservoirs plats établis en plaines).
- L'étude géologique du site n'est pas terminée alors même que trois projets de barrage ont déjà vus le jour (N.D.L.R. — On procède même, à l'heure qu'il est, à des sondages en aval du lieu prévu).
- Aucune politique globale de l'eau n'a encore été définie jusqu'ici.
- L'intérêt touristique, invoqué par le ministère des Travaux publics, est faux.

Ajoutons que ledit ministère s'achemine vers l'étude d'un projet Lesse IV et qu'à proximité de la vallée menacée la spéculation foncière bat son plein.

Le vendredi 18 mai 1973, l'Association ucquoise pour la Qualité de l'Environnement (avenue Brugmann, 453, 1180 — Bruxelles), organisa une séance d'information au Centre culturel d'Uccle, animée par le professeur P. DUVIGNEAUD. Les principales associations de conservation de la nature du pays s'y trouvaient représentées. Bien qu'invités par l'association organisatrice, aucun des fonctionnaires compétents du ministère des Travaux publics n'assista à cette soirée. Au cours de celle-ci, devant un public très nom-

breux, furent exposés les motifs essentiels d'opposition au barrage (Et louons au passage le fort beau film de M. Guy DEFLANDRE, «Chronique d'une rivière»).

Le jeudi 31 mai eut lieu à Han-s/Lesse une manifestation publique de protestation. Douze bourgmestres, de nombreux mandataires politiques de diverses tendances, la presse, la télévision, les délégués des associations de protection de la nature et la population locale se groupèrent autour des orateurs : MM. JADOT, président du Groupement d'Action de la Haute-Lesse, MAGIN, bourgmestre de Redu, GERMAÏ, président de la Jeune Chambre économique de Dinant, et DAMOISEAU, président de la Régionale wallonne d'« Inter-Environnement ». Précisons qu'un sondage effectué parmi les populations concernées confirme l'opposition de quelque 85 % de celles-ci au projet de barrage Lesse III.

Maurice COSSEY,
Délégué à la Section Conservation de
la Nature.

Réflexions ornithologiques sur l'Aménagement dans le sud de la Belgique

par André RAPPE (*)

Certains des partisans du projet de création d'un barrage sur la Lesse s'imaginent trouver des alliés parmi les ornithologues. En effet, une grande surface d'eau apparaît à première vue comme indispensable pour les oiseaux d'eau ; ceux-ci sont rares en Ardenne et la création d'un barrage aurait un effet favorable. Et si les ornithologues se déclaraient d'accord avec le projet, comme ils sont numériquement bien représentés au sein des naturalistes, le mur de résistance des protecteurs de la nature pourrait apparaître lézardé.

Il est donc nécessaire d'examiner la question et, à première vue, il semble impossible d'y répondre puisque pour connaître en valeur absolue l'impact d'une telle masse d'eau sur certaines espèces aviaires, il serait nécessaire de construire le barrage et d'y étudier l'évolution de l'avifaune pendant plusieurs années...

Cependant, il est possible de se faire une idée précise, par analogie avec ce qui est connu d'autres barrages de vallées encaissées (**), comme celui de la Gileppe, exemple familier.

La construction d'un barrage de vallée encaissée revient à élargir la distance entre les rives de la rivière sans en augmenter la longueur. Celle-ci, au contraire, se trouve raccourcie puisque les méandres sont d'office supprimés. Disparaissent également la végétation des rives, les anfractuosités, les plages de boues et de graviers, tous ces microbiotopes favorables aux oiseaux comme aux autres formes de la vie, animale et végétale.

La masse d'eau d'un grand barrage de vallée est homogène ; l'eau est présente d'un bord à l'autre et la surface de l'eau vient affleurer le sommet des collines, dans la forêt ou sur le sol rocheux des rives, peu propices à l'installation d'une végétation paludicole. Celle-ci, d'ailleurs, ne s'installera pas à cause des fluctuations du

(*) Président de la Société d'Études ornithologiques « Aves », Administrateur de l'Entente nationale pour la Protection de la Nature — avenue des Constellations, 43/1200 Bruxelles.

(**) Par opposition aux réservoirs de grande étendue mais de faible profondeur.

niveau de l'eau. L'ensemble se présente comme un immense réservoir, bétonné sur les bords, et il apparaît d'emblée qu'en période de nidification le nouveau site n'offrira pratiquement aucune possibilité pour les oiseaux nicheurs. Pendant le reste de l'année, dans les meilleures conditions, il serait possible d'y observer le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) au repos, le Héron cendré (*Ardea cinerea*), le Balbuzard (*Pandion haliaetus*), le Chevalier guignette (*Tringa hypoleucos*), l'une ou l'autre troupe de canards en halte de migration ou peut-être en hivernage, s'il ne gèle pas.

Mais comme toutes ces espèces trouvent déjà des possibilités — et plus nombreuses — sur le tracé actuel de la partie de la Lesse que l'on veut condamner, la création du barrage n'apportera en fait rien à la gent ailée.

Des esprits malins pourraient faire remarquer que l'observation de quelques espèces d'oiseaux d'eau sur les lacs de l'est de la Belgique (11) a réjoui les ornithologues. A ce sujet, deux aspects de la question doivent être précisés. Tout d'abord, des observations similaires auraient pu être faites sur une surface d'eau cinquante fois plus petite. Ensuite, il s'agit surtout d'espèces communes (Canard colvert — Mouette rieuse [*Larus ridibundus*]) et la raison majeure de leur intérêt réside dans leur rareté locale coïncidant avec l'absence presque totale des oiseaux d'eau dans les Hautes Fagnes.

Cette dernière situation est actuelle car plusieurs espèces caractéristiques (12), telles que Courlis cendré (*Numenius arquata*), Bécassine des marais (*Gallinago gallinago*), Sarcelle d'été (*Anas querquedula*), Chevalier gambette (*Tringa totanus*), ont niché en Fagne. La disparition de ces espèces est due au drainage intensif qui, coïncidant avec la plantation d'épicéas, a fait disparaître (2, 10) l'eau en miroirs et les zones marécageuses. Ce drainage acharné illustre la gestion à courte vue, pour rendement économique immédiat, alors que la Fagne devait conserver son rôle d'éponge, de régulateur du débit de l'eau. Il semble que chacun en soit bien persuadé maintenant puisque des drains sont rebouchés et des étangs recréés ; les épicéas sont remplacés par des plantations mixtes ou des feuillus. Mais il a fallu que les protecteurs de la nature et les biologistes le répètent depuis trente ans, se battent depuis trente ans !

Toutes ces tergiversations et erreurs passées soulignent le fait que la seule solution valable à long terme réside dans la gestion biologique, le refus formel de faire n'importe quoi n'importe où, l'obligation expresse de dresser un plan écologique préalable.

Et nous voudrions prendre l'exemple de Spa, où un projet de parc d'observation de la flore et de la faune indigènes est à l'étude actuellement.

Toute la région de Spa a une vocation de parc naturel. Dans l'importante surface qui, de Spa, mène à la crête de la Vecquée (Bérinsenne, Malchamps, altitude 575 m), se succèdent parcs arborés, bois de feuillus et fagnes aux richesses exceptionnelles (2, 7, 8, 9). Il ne semble plus y avoir de menace immédiate sur ces trois types de milieu semi-naturel mais des mesures légales devraient en assurer la pérennité. Par ailleurs, il faut maintenir dans cette zone un paysage naturel aux biotopes variés. Les travaux d'aménagement en fagnes (blocage des drains, reconstitution des mardelles, conservation de la lande par abattage des envahissants conifères) doivent pouvoir être poursuivis. La transition de la Fagne aux bois de feuillus doit être progressive ; l'écoulement trop rapide de l'eau cristalline par des rigoles et des ruisselets doit être freiné si l'on ne veut pas la perdre. Elle pourrait transiter par des fossés ou des étangs à créer. Plus bas, les plantations d'épicéas, le long du coupe-feu du Tir, devraient, lors de leur abattage, être aussi remplacées par d'autres étangs dont les alentours seraient arborés de feuillus. Nul doute que ces mesures, en reconstituant le paysage de jadis où les eaux et les forêts étaient alliés, enrichiraient le paysage actuel, la faune et la flore, tout en favorisant l'alimentation des nappes aquifères. De plus, elles confèreraient un intérêt accru au parc naturel d'observation prévu au centre du site, parc d'observation de la flore et de la faune *indigènes* qui est la réplique au « safari-parc » de Louveigné, lieu d'attraction d'un public amorphe vers un exotisme douteux que tous les naturalistes condamnent. Et ce qui est vrai pour Spa l'est aussi pour toutes les zones fagnardes.

Après cette longue parenthèse, justifiée par le désir d'aborder les différents aspects de la question, nous en revenons au projet Lesse III pour affirmer que si, dans ce projet, les oiseaux ne gagnent rien, ils perdent par contre beaucoup. D'abord, disparaîtra la rivière elle-même, milieu naturel du Cincle plongeur (*Cinclus cinclus aquaticus*), du Martin-Pêcheur (*Alcedo atthis*), de la Bergeronnette des ruisseaux (*Motacilla cinerea*). Ces espèces nichent ailleurs, bien sûr, mais les répercussions de la disparition d'une rivière sur les effectifs globaux peuvent être importantes. Ainsi, au sujet du barrage de l'Eau d'Heure, un ornithologue d'AVES, J. DOUCET, spécialisé dans l'étude du Martin-Pêcheur (4), me signale (in litt.) que la construction de ce barrage fera disparaître dans la région de l'Entre-Sambre-

et-Meuse *vingt-cinq pour cent* de la population du Martin-Pêcheur !

Ensuite, Lesse III engloutit 400 ha de forêts, de bosquets, de prairies où nichent des dizaines de milliers d'oiseaux appartenant à des dizaines d'espèces. Bloc forestier qui entre dans le massif forestier de l'Ardenne méridionale, formant un tout dont la continuité apparaît indispensable au maintien des grands rapaces, encore que celle-ci soit menacée par le morcellement dû aux autoroutes, aux échangeurs, aux bretelles, aux voies secondaires et aux élargissements de toutes sortes. A propos des voies de pénétration en Ardenne, il est indispensable que les responsables officiels en établissent les plans avec le souci de respecter la gestion biologique du territoire qu'elles traverseraient. Ainsi, si l'autoroute E 9 (Liège-Luxembourg) longe la route actuelle, sage solution, elle devrait s'éloigner le plus possible des Fagnes, de la Baraque Fraiture (où là aussi la possibilité existe de créer des plans d'eau). Et le tracé de l'autoroute E 40 (Namur-Luxembourg) — pour autant que la construction de cette autoroute s'impose vraiment — doit être pensé en respectant la valeur d'ensemble du paysage ardennais autant que des points particuliers.

L'itinéraire projeté pour E 40 (Neufchâteau, Houdemont, Fouches, Arlon) coupe en deux la forêt de Rulles et interrompt la plus grande chaîne forestière du pays : Anlier-Rulles-Chiny-Herbeumont-Bouillon. Il détruit le site de prairies humides et de bocages unique en Belgique qui s'étend entre les chaînes de forêts Anlier-Mellier au Nord, Stockem-Vance au Sud, notamment les lieux de nourrissage du couple de Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) et des rares (3 ?) couples de Busard cendré (*Circus cyaneus*) nichant en Belgique. L'itinéraire projeté passe à côté (100 m) du *seul* nid de cigogne construit *spontanément* en Belgique. Si E 40 se fait, car la solution ne réside-t-elle pas dans l'élargissement de l'actuelle route Namur-Marche-Bastogne-Arlon ?

D'autres tracés posent des problèmes particuliers. Ainsi, le projet Liège-Prüm menace, à Francorchamps, la genévrière de la Haute Harse et le Pouhon de Bernister (9), deux sites naturels qui doivent absolument être conservés.

Les naturalistes comprennent que la création d'une infrastructure routière soit localement importante pour des raisons économiques mais ils ne peuvent admettre que les tracés soient effectués n'importe comment, sans que l'on tienne compte de nos richesses naturelles, lesquelles, à long terme, représentent également un potentiel économique. Les revendications des naturalistes ne sont pas irrecevables ; il suffit de consulter une carte routière pour s'apercevoir que

des solutions existent, qui tiennent compte des désirs de chacune des parties. Mais il faut pour cela reconsidérer les valeurs et admettre que la nature sauvage est une œuvre d'art, un monument naturel qu'il faut respecter sous toutes ses formes. Il ne viendrait à l'idée de personne de prévoir la percée d'une rue qui couperait en deux la cathédrale Sainte-Gudule à Bruxelles.

*
* *

Il apparaît donc clairement en ce qui concerne le projet de Lesse III que les ornithologues n'ont aucune raison de se réjouir mais ont de nombreux motifs de s'opposer ; c'est pourquoi ils rejoignent tous les autres biologistes pour condamner le projet.

Même dans l'hypothèse où les amis des oiseaux retireraient de l'opération un quelconque bénéfice au point de vue ornithologique, il va de soi que celui-ci céderait le pas devant l'argument majeur présenté par les biologistes et qui tient en quelques mots : sauver et conserver une vallée naturellement intacte.

Il ne faut pas se méprendre : la question de l'eau est un sujet de préoccupation constante pour les ornithologues. Les efforts faits par deux sociétés, « De Wielewaal » et les « R.N.O.B. », en Flandre principalement, pour sauver les sites aquatiques menacés, sont significatifs à cet égard. Dans ce domaine, les vœux formulés par les ornithologues d'AVES sont multiples. Ces derniers sont partisans d'un aménagement du territoire qui tiennent compte :

- du maintien des zones humides (ruisseaux, prairies humides, marais, étangs pourvus de végétation, fanges, bras morts de rivières) ;
- du maintien des rivières ardennaises, non polluées (c'est-à-dire que la lutte antipollution devrait être mise sur pied sans tarder), sans que les méandres aient été rectifiés, et ils appréhendent à ce sujet les actions du Service de l'Hydraulique agricole, qui a tendance à transformer les rivières de nos régions en canalisations bétonnées (cas de l'Ourthe, de la Vierre, de la Semois) (7), dont toute vie animale et végétale disparaît.

Dans le sud du pays, ils souhaitent aussi la reconstitution ou la constitution de biotopes aquatiques variés qui pourraient fournir à différents espèces d'oiseaux d'eau, pendant la nidification, la migration et l'hivernage, les milieux naturels dont elles ont besoin. Et quel-

ques hectares de marais et d'étangs suffiraient, le long de la Lesse, pour fixer, pendant la nidification, une dizaine d'espèces d'oiseaux d'eau.

Dans ces réflexions, qui aboutissent inévitablement — parce que, dans la nature, tout se tient — à un rapide survol des grands problèmes posés par l'aménagement rationnel du Sud de la Belgique, il faut encore introduire quelques données particulières, intéressant tant les ornithologues que les autres naturalistes.

Les plantations de feuillus doivent largement dominer celles des conifères. L'on reste confondu devant l'introduction d'épicéas dans les trouées dégagées par la disparition de vieux arbres dans la hêtraie du Hohe Mark, « îlot relictuel remarquable de la forêt de feuillus climacique du plateau des Hautes Fagnes », hêtraie dont la conservation s'impose, entre autres à cause de son bagage génétique (19). Les naturalistes s'opposent à l'enrésinement systématique dont le « caractère démodé » (19) n'échappe plus à personne. Un changement radical d'attitude doit se manifester, tant au niveau officiel qu'au niveau privé. Pour y arriver, dans ce cas, ne faudrait-il pas mettre au point un système de taxation qui ne pousse pas le propriétaire terrien à planter uniquement des épicéas ?

Les vergers doivent être maintenus et il faut s'opposer à l'arrachage des arbres fruitiers à haute tige, biotopes particuliers à certaines espèces, et obtenir la suppression de la prime d'abattage.

Les haies vives doivent être conservées et parmi les arguments économiques cités (1) il faut rappeler que le rendement en blé augmente de 15 % sous la protection d'une haie brise-vent et que le gain en rendement est égal à quatre fois la perte en bordure, occasionnée par la présence de la haie.

Le problème des campings et des secondes résidences doit être repensé. Les uns et les autres devraient uniquement être tolérés dans les villages existants et aux abords *immédiats* de ceux-ci, les terrains de camping masqués par des rideaux d'arbres et les secondes résidences imbriquées dans l'architecture locale. Les ornithologues voient d'un très mauvais œil l'installation disparate en forêt de ces maisons autour desquelles les arbres sont abattus et où se pratique la « gazonite aiguë ».

En bref, conservation des paysages avec des biotopes variés *partout* et pas seulement sous la forme de quelques réserves naturelles qui risqueraient de devenir des « oasis dans le désert » (18). Si nous ajoutons que nous proposons l'interdiction des pesticides rémanents, la limitation de l'utilisation, sinon l'interdiction, de ceux qui sont

nocifs pour la faune, l'intensification des recherches consacrées à la lutte biologique et l'application de celle-ci, et que les biotopes souterrains doivent également faire l'objet — d'urgence — d'une législation appropriée au sens défini dans un article paru récemment dans « Les Naturalistes belges » (11), nous aurons ainsi fait un tour d'horizon des revendications essentielles des ornithologues. Revendications qui assurent tant le maintien de la flore que le sauvetage de la microfaune, revendications qui rejoignent et complètent les desiderata de tous les naturalistes du pays et du monde et de tous ceux qui réclament une gestion biologique du territoire, seule garante à long terme du maintien et de la meilleure utilisation du sol.

Toutes ces considérations sont compatibles avec l'argument touristique car si, en Ardenne, celui-ci peut être appelé à prévaloir, c'est dans les rivières non polluées, aux méandres capricieux, coulant parmi des biotopes variés, que réside un des principaux attraits de cette région, et non dans de grands barrages que les promeneurs viendront voir une fois (peut-être), et non dans des autoroutes massacrant tout sur leur passage et donnant aux automobilistes l'envie de ne pas s'arrêter....

Peut-être pourra-t-on trouver, dans une saine et sage gestion de notre territoire, qui tienne compte d'impératifs biologiques et concilie enfin l'intérêt matériel et spirituel du plus grand nombre, les quelques millions (*) indispensables à l'organisation du paysage naturel de demain.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) ALBARRE, G. (1972). — Conservons nos haies vives. *L'homme et la nature*, n° 6 : 22-23.
- (2) CERCLE DES NATURALISTES SPADOIS (1966). — Pour la réservation du dernier carré des Fagnes spadoises. *Hautes Fagnes*, 98-132.
- (3) CRISTEL, E., DUVIGNEAUD, P. et RAPPE, A. (1973). — Le projet de loi 262 du ministre de l'Agriculture sur la conservation de la nature. *Les cahiers Georquin*, n° 1 : 39-56.
- (4) DOUCET, J. (1969). — Coup d'œil sur le régime alimentaire du Martin-Pêcheur (*Alcedo atthis*). *Aves*, n° 6 : 90-99.
- (5) ENTENTE NATIONALE POUR LA PROTECTION DE LA NATURE. Journée nationale du 1^{er} octobre 1972 à Dinant.
- (6) FONTAINE (1971). — Esquisse d'une avifaune des Hautes Fagnes et forêts voisines. Publication n° 6 du Ministère de l'Agriculture.

(*) Ne pourrait-on trouver une solution à partir des crédits de compensation attribués à la Wallonie ?

- (7) FOUARGE, J. (1971). — La Vierre en péril ou menace sur nos rivières ardennaises. *L'homme et la nature*, n° 1 : 26-28.
- (8) FROMENT, A. (1967). — L'intérêt botanique de la Fagne de Malchamps-Bérinzenne (Spa). *Les Naturalistes belges*, t. 48 : 125-132.
- (9) FROMENT, A. (1972). — Tracés autoroutiers et conservation de la nature. L'exemple des sites du Pouhon de Bernister et de la genévrière de la Haute Harse à Francorchamps. *Hautes Fagnes*, fasc. CXXVIII : 169-178.
- (10) FROMENT, A. et ROBERT, F. (1968). — Un intéressant paysage de landes à Spa : la fagne James. *Revue belge de Géographie*, 92 : 1-26.
- (11) HUBART, J.-M. (1973). — Urgence d'une protection des cavernes et biotopes souterrains de Belgique. *Les Naturalistes belges*, t. 54 : 141-154.
- (12) LECLERCQ, J. (1971). — Pour la conservation de la microfaune en Belgique. *Annales de Gembloux*, 77 : 343-352.
- (13) MARLIER, G. (1972). — Épitaphe pour un site naturel disparu : le marais du Struykbeek dans la vallée de la Woluwe. *Les Naturalistes belges*, t. 53 : 464-469.
- (14) RAPPE, A. (1954). — Notes sur l'ornithologie de la région spadoise. Parcs nationaux.
- (15) RAPPE, A. (1957). — Mesures à prendre au point de vue ornithologique dans la réserve nationale des Hautes Fagnes. *Hautes Fagnes*.
- (16) RAPPE, A. (1966). — Recensement d'oiseaux d'eau en Haute et Moyenne Belgique. *Aves*, n° 2 : 6-27.
- (17) RAPPE, A. (1967). — Recensement d'oiseaux d'eau pendant l'hiver 1965-1966. *Aves*, n° 4 : 15-18.
- (18) RAPPE, A. et COSSEY, M. (1970). — Pour une protection intégrale de l'avifaune continentale en Belgique. *Aves*, n° 7 : 11-26.
- (19) SCHUMACKER, R. et FROMENT, A. (1971). — Pour la conservation du massif forestier du Hohe Mark et des hautes vallées de la Schwalm et de ses affluents, à Elsenborn. *Natura Mosana*, 24 : 56-69.

Bibliothèque

Nous avons reçu :

Pêcheur belge (le), décembre 1972.

L. BOLLY : Le cas Culina — P. VAN WAESBERGE : Le Brochet — M. MAURISSENS : Le chantoir de la Lhomme.

Penn ar Bed, n° 71, décembre 1972.

Le Parc Naturel Régional de Brière (2^e partie).

Zeepaard (het), décembre 1972.

P. J. G. POLDERMAN : C.S.-feuilleton — Th. W. DE BOER : Vondsten onder riemwier — S. M. VAN DER BAAN : Strandwandelingen IV : de grote kokkelsterfte van najaar 1971 — R. DE VRIES : Een methode voor het verzamelen van microarthropoden uit bodem en vegetatie.

*
* *

Services du premier ministre. Programmation de la politique scientifique. Annuaire de la science et de la technologie 1970.

1 : L'enseignement universitaire francophone (première partie).

2 : L'enseignement universitaire francophone (deuxième partie).

3 : Het nederlandstalig universitair onderwijs.

5 : Index par discipline, index par objectifs, index des noms des chercheurs.

Republic of Kenya : *National Report on the Human Environment in Kenya*. Nairobi, 1972.

Un rapport national sur l'environnement au Kenya a été établi par le Gouvernement de ce pays pour répondre au vœu de l'Assemblée Générale des Nations Unies (1971).

Il comprend une introduction géographique et météorologique.

Pour nos compatriotes, certaines données sont intéressantes : Superficie : 569 252 km² soit plus de 18,5 fois celle de la Belgique, à laquelle il faut ajouter une superficie de 3 831 km² du lac Victoria et 9 560 km² d'autres surfaces aquatiques. Le climat est assez chaud (moyenne 26° pour 75 % du pays) et varie de l'humide au très aride.

Un premier chapitre décrit la population (11 000 000 habitants environ), ses occupations principales, son groupement, sa très haute natalité (7,6 enfants par femme), ses problèmes que l'on devine énormes.

Un deuxième chapitre s'occupe de la gestion rationnelle des ressources naturelles. Les problèmes décrits y sont ceux de tous les pays du Tiers Monde en accroissement démographique insensé. On y tente de faire produire à la terre, par tous les moyens, des aliments de plus en plus abondants et le gouvernement met la population en garde contre les méthodes à courte vue qui compromettent le sort des générations futures. Il insiste sur la nécessité de l'éducation des masses dès l'âge d'école.

Une très sévère description des méfaits de l'érosion tels qu'on peut les observer actuellement montre que l'indépendance du pays et le relâchement de la discipline des agriculteurs qui en résulte (par exemple : raccourcissement des jachères, culture des pentes, déboisement) n'ont pas eu que des côtés favorables. Les feux courants, aussi éternels que l'Afrique, sévissent encore et détruisent par l'érosion d'immenses surfaces de sol cultivable.

A ces effets sur le sol est associé l'abaissement du rendement agricole, parfois masqué par les applications massives d'engrais chimiques (certains sols cultivés perdent au moins 2 kg d'humus par mètre carré par an!).

L'effet de la mise en culture d'espaces illégalement défrichés conduit à une sévère raréfaction de la vie sauvage par braconnage, compétition pour les points d'eau, destruction pour dommages, etc.

Enfin certains paysages uniques par leur faune et leur végétation sont en voie de disparition malgré leur haute valeur scientifique.

Le passage se conclut par le souhait de voir rapidement se créer un système de surveillance des sols et des ressources forestières.

L'élevage est une des ressources importantes du Kenya, qui produit plus de 900 000 têtes de bétail annuellement mais les terres souffrent « d'overgrazing », certaines régions supportant jusqu'à trois fois leur capacité, les forêts même étant pâturées et le sol devient imperméable à la suite de piétinement. Paradoxalement, ces dommages proviennent d'initiatives heureuses telles que multiplication des points d'abreuvement et vaccination contre la peste bovine. Enfin des causes sociales sont à incriminer telles que la rupture de certaines hiérarchies familiales et tribales chez les peuples nomades pasteurs.

Un paragraphe est également consacré aux forêts qui ne couvrent au Kenya que 3 % de la surface des terres mais dont l'importance pour le maintien des réserves d'eau est très considérable. Mais ces forêts sont à la fois fragiles, comme toutes les forêts tropicales, et grignotées de toutes parts par les agriculteurs et les pasteurs (feux courants, abattages pour exploitation et mise en culture, fabrication de charbon de bois).

Le gros gibier trouve au Kenya sa patrie principale. Malgré de grandes destructions durant les 50 dernières années, l'importance de cette ressource sur les revenus commence à être ressentie. Le nombre de touristes attirés par ce gibier s'est accru de vingt fois au cours des dix dernières années. Enfin le gibier lui-même commence à être exploité rationnellement comme ressource en protéines depuis 1960. Dans certains parcs nationaux même (Tsavo) le nombre de têtes de gibier (20 000 éléphants) devient excessif pour la capacité des sols. D'un autre côté le nombre de touristes en voiture et de photographes harcelant les lions etc. met en péril l'ensemble de cet écosystème. Le rapport met en évidence le danger du braconnage pour la vente de viande, pour celle de trophées (crocodiles, léopards et autres chats) ainsi que pour la vente aux zoos.

Un autre paragraphe concerne les Pêcheries, industrie fort importante au Kenya (16 000 tonnes de poissons venant du lac Victoria, 8 000 tonnes de la mer, 5 000 du lac Rodolphe).

Cette ressource à son tour est parfois menacée par excès d'exploitation ou par suite de mauvaise gestion des sols (lacs devenant boueux par érosion) ou enfin par vandalisme (pêche aux explosifs, pollution des rivières (Nyando)). Le rapport examine ensuite le problème des ressources en eau, qui sont dans

l'ensemble suffisantes mais menacées dans certains secteurs par la pollution et même la sécheresse là où la gestion des sols est défectueuse.

Un troisième chapitre est consacré à la pollution. Ce danger existe également dans un pays à industrialisation encore modérée comme le Kenya parce que les eaux de surface, notamment les rivières y sont de peu d'étendue, comparées à celles d'autres régions africaines. Les effluents domestiques, industriels, miniers et agricoles s'écoulent presque tous dans les eaux de surface et ils contiennent les mêmes substances nuisibles ou toxiques que dans nos cours d'eau européens.

Même la pollution de l'air par l'industrie et par les véhicules est signalée, ainsi que ce que les auteurs appellent la pollution esthétique de certains paysages grandioses par les panneaux publicitaires et par les déchets de toutes sortes. Leur intérêt se porte aussi sur la conservation des sites archéologiques qui sont, comme on le sait, nombreux et d'un très grand intérêt dans ce pays.

Le rapport se termine par un ensemble de propositions pour des actions diverses destinées à lutter contre toutes ces nuisances et ces dangers et où nous retrouvons tous les soucis et les généreuses tentatives de notre propre pays. Lutte contre la surpopulation, pour une éducation plus profonde du public, pour des lois plus strictes, une surveillance meilleure, une information plus approfondie de la population. Souhaitons que le gouvernement de ce sympathique pays multiracial et les auteurs de ce courageux rapport soient plus heureux que nous-mêmes dans notre propre lutte pour sauver notre milieu de vie.

G. M.

Cours publics organisés par la Ville de Bruxelles

Le professeur J.-P. VANDEN EECKHOUDT donnera un cours public intitulé « Chapitres choisis de biologie générale : les Vertébrés », à partir du 5 octobre prochain.

Tous les vendredis, à 18 h, dans l'Auditorium de l'Athénée Robert Catteau, 49, rue Ernest Allard. Première leçon : le 5 octobre.

Il est inutile d'insister sur l'intérêt de ce cours. Nous espérons que nos membres, particulièrement les plus jeunes, seront nombreux à écouter les leçons de M. VANDEN EECKHOUDT.

LES NATURALISTES BELGES A.S.B.L.

But de l'Association : Assurer, en dehors de toute intrusion politique ou d'intérêts privés, l'étude, la diffusion et la vulgarisation des sciences naturelles, dans tous leurs domaines.

Avantages réservés à nos membres : Participation gratuite ou à prix réduit à nos diverses activités et accès à notre bibliothèque.

Programme

Samedi 18 août. Excursion biologique dans la Forêt de Soignes, dirigée par M. Cl. PLETINCKX, professeur. Réunion devant la gare de Groenendael à 14 h 30. Retour vers 17 h 30.

Dimanche 26 août. Excursion biologique dans la région de Givet. Guide : M. C. VANDEN BERGHEN.

Départ à 8 h précises de l'ancienne JOC, au coin du boulevard Poincaré et de la place de la Constitution, dans le quartier de la gare du Midi. Passage à Charleroi - gare à 9 h. Retour vers 20 h 30.

S'inscrire en versant 210 F (160 F au départ de Charleroi) au C.C.P. n° 2402.97 de L. DELVOSALLE, 25, av. des Mûres, 1180 Bruxelles, avant le 20 août.

Du 30 août au 3 septembre. Excursion dans le Valais.

M. SOUCHEZ, professeur à l'U.L.B., dirigera une excursion dans le Valais. Objet : géographie, géologie, relief glaciaire.

Départ le jeudi 30 août, vers 22 h, en train. Arrivée à Brigue le vendredi vers 9 h 50. Départ en car pour Sion et excursion à pied. Repas et logement à Sion. Samedi : excursion d'une journée, en car et à pied. Dimanche : le val d'Hérens. Retour par le train de nuit, de Brigue à Bruxelles. Arrivée le lundi 3 septembre, vers 8 h.

Prix approximatif : 4 400 F. Suppléments : couchettes de 2^e classe : 2 x 180 F ; chambre pour une personne : 360 F.

S'inscrire en versant dès à présent la somme de 500 F au C.C.P. 24 2 97 de L. DELVOSALLE, avenue des Mûres, 25 — 1180 Bruxelles. Date limite des inscriptions : le 1^{er} juillet 1973.

Dimanche 9 septembre : Excursion botanique en Campine, aux environs de Turnhout. Guide : Mlle D'Hose.

Départ à 8 h 30 précises de l'ancienne JOC, au coin du boulevard Poincaré et de la place de la Constitution, dans le quartier de la gare du Midi. Retour vers 19 h 30. Des bottes.

S'inscrire en versant, avant le 4 septembre, la somme de 180 F au C.C.P. n° 2402.97 de L. DELVOSALLE, 25, av. des Mûres, 1180 Bruxelles.

Dimanche 23 septembre : Excursion ornithologique en Zélande. Départ à 8 h 15 précises de l'ancienne JOC, au coin du boulevard Poincaré et de la place de la Constitution, dans le quartier de la gare du Midi. Retour vers 19 h 30. Des bottes ; des jumelles, si possible.

S'inscrire en versant, avant le 17 septembre, la somme de 200 F au C.C.P. 2402.97 de L. DELVOSALLE, 25, av. des Mûres, 1180 Bruxelles.

Mercredi 26 septembre. *Assemblée générale extraordinaire.* A l'ordre du jour :

a. Transfert du siège social de notre association au 236 de la rue Royale, Bruxelles 3.

b. Fixation du montant maximum de la cotisation pour 1974.

Au jardin botanique national, 236, rue Royale, 1030 Bruxelles, à **20 h.**
Après l'assemblée générale :

Causerie par M. C. VAN DEN BERGHEN, chargé de cours à l'Université de Louvain : *Excursions botaniques en Corse.* Projection de diapositives.

Du **samedi 6 octobre** au **mardi 9 octobre.** Exposition de Champignons dans l'Orangerie du jardin botanique national, à Bruxelles.

Dimanche 14 octobre : Une excursion mycologique est prévue.

Remarque importante. — **Les invités de nos membres peuvent participer à nos excursions moyennant le paiement d'un supplément de 40 F (réduit à 20 F pour une excursion d'une demi-journée).** Rappelons qu'une cotisation familiale de 25 F par an a été prévue pour les personnes appartenant à la famille d'un membre adulte recevant notre bulletin et domiciliées sous son toit.

UNE 2^e ÉDITION DE L'INITIATION À L'ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION

Une 2^e édition, fortement modifiée, de l'ouvrage du professeur C. VANDEN BERGHEN, « **Initiation à l'étude de la végétation** » sortira de presse dans quelques semaines. Le livre comprendra plus de 200 pages, avec 95 illustrations, photographies et schémas. Une bibliographie des principaux ouvrages se rapportant au sujet traité a été prévue. Un index sera inséré en fin de volume et en facilitera l'utilisation.

L'ouvrage s'adresse aux étudiants des classes supérieures des enseignements secondaire et normal, à ceux des candidatures universitaires, aux professeurs, à tous les naturalistes qui s'intéressent au tapis végétal, élément essentiel de notre environnement.

Nos membres peuvent dès à présent souscrire à cet ouvrage en versant la somme de 220 F au C.C.P. 2822.28 des *Naturalistes Belges*, rue Vautier, 31, 1040, Bruxelles. **Le prix indiqué est un prix de faveur, particulièrement avantageux, qui sera sensiblement relevé dès que l'ouvrage sera disponible.** La date limite pour les versements est le 1^{er} août. Les frais d'envoi du volume aux souscripteurs sont inclus dans la somme de 220 F.

Notre couverture

Les formes sauvages de l'âne sont presque éteintes. En Somalie, quelques centaines d'exemplaires survivent encore en liberté. Cinq animaux furent capturés en 1970 pour le Zoo de Bâle où cet étalon fut photographié. La robe est couleur de sable, paraissant roussâtre au soleil. Les jambes portent des rayures transversales noires. Il y a une mince raie dorsale. La bande sur les épaules fait défaut. Le museau et le ventre sont blancs. La courte crinière noire est dressée. Le bout des oreilles est noir sur sa face externe. Bien qu'il ne soit nullement sûr que cet animal élégant soit d'origine purement sauvage, son aspect correspond très bien à la description de l'*Equus asinus somaliensis* Noack, l'âne de Somalie.

(Photo Hendrik K. VAN DEN BERGH).